GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO

BOLETIM TÉCNICO 100
Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo

BOLETIM TÉCNICO 100

Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo

2ª edição
revisada
e
atualizada

INSTITUTO AGRONÔMICO - FUNDAG
Campinas (SP)

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
COORDENADORIA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA
INSTITUTO AGRONÔMICO

Mário Covas
Governador do Estado

Francisco Graziano
Secretário de Agricultura e Abastecimento

Ondino Cleante Bataglia
Coordenador da Pesquisa Agropecuária

INSTITUTO AGRONÔMICO

Otávio Tisselli Filho
Diretor-Geral

Eduardo Antonio Bulisani
Divisão de Plantas Alimentícias Básicas

Henrique Mazotini, João Paulo Feijão Teixeira e Luiz D'Artagnan de Almeida
Assistência Técnica de Programação

Eli Sidney Lopes
Sistema de Planejamento Científico

Maria Camila Carvalhaes Gianini
Divisão de Administração

Afonso Peche Filho
Divisão de Engenharia Agrícola

Orlando Melo de Castro
Divisão de Estações Experimentais

Ederaldo José Chiavegato
Divisão de Plantas Industriais

Mário José Pedro Júnior
Divisão de Solos

Ana Maria Magalhães Andrade Lagôa
Serviço de Divulgação Técnico-Científica

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
COORDENADORIA DA PESQUISA AGROPECUÁRIA

BOLETIM TÉCNICO N.° 100
2.ª edição
revisada e atualizada

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

Editores

Bernardo van Raij
Heitor Cantarella
José Antonio Quaggio
Ângela Maria Cangiani Furlani

ISSN 0100-3100

Boletim Técnico, IAC	Campinas, SP	n.º 100	285p.	1997

Instituto Agronômico, Campinas
Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, por B. van Raij, H. Cantarella, J.A. Quaggio & A.M.C. Furlani. 2.ed.rev.atual. Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997.
285p. (Boletim técnico, 100)

1.ª edição: 1985
2.ª edição: 1996

CDD 633
CDD 631-8

As eventuais citações de produtos e de marcas comerciais não implicam em recomendações da Instituição.

2.ª edição: 1.ª tiragem (outubro - 1996): 5.000 exemplares
2.ª tiragem (dezembro - 1997): 5.000 exemplares

AUTORES

Instituto Agronômico

Ademar Spironello
Aildson Pereira Duarte
Ângela Maria C. Furlani
Ângelo Savy Filho
Antonio Fernando C. Tombolato
Antonio Luiz de Barros Salgado
Arlete Marchi Tavares de Melo
Bernardo van Raij
Carlos Eduardo de O. Camargo
Carlos Eduardo F. de Castro
Celi Teixeira Feitosa
Cleide Aparecida de Abreu
Domingos Antonio Monteiro
Edmilson J. Ambrosano
Eduardo A. Bulisani
Eduardo Sawasaki
Elaine B. Wutke
Fernando Antonio C. Dall'Orto
Fernando Romariz Duarte
Francisco Antonio Passos
Genésio S. Cervellini
Heitor Cantarella
Hilário da Silva Miranda Filho
Hipólito A. A. Mascarenhas
Hiroshi Nagai
Ignácio J. de Godoy
Inácio de Barros
Joaquim A. de Azevedo Filho
Joaquim Teófilo Sobrinho
José Antonio Quaggio
José Guilherme de Freitas
José Osmar Lorenzi
Laura Maria M. Meletti
Luiz Antonio F. Matthes
Luiz A. Junqueira Teixeira
Marcelo Tavares
Marcos Guimarães de A. Landell
Maria Luiza Sant'Anna Tucci
Maria Regina G. Ungaro
Marilene Leão Alves Bovi
Mario Ojima
Maurilo Monteiro Terra
Mauro Sakai
Nelson Machado da Silva
Nelson Raimundo Braga
Nilberto B. Soares
Nilson Borlina Maia
Ody Rodriguez
Ondino Cleante Bataglia
Paulo Boller Gallo
Paulo Espíndola Trani
Pedro Roberto Furlani
Raffaella Rosseto
Roberto Tetsuo Tanaka
Romeu Benatti Júnior
Ronaldo S. Berton
Rui Ribeiro dos Santos
Taís Tostes Graziano
Valdemir Antonio Peressin
Walkyria B. Scivitarro
Walter José Siqueira
Wilson Barbosa

CENA-USP

Eurípedes Malavolta

CATI

Clóvis de Toledo Piza Junior
Edson Gil de Oliveira
João Alves de Toledo Filho
José Dagoberto De Negri
Luis Carlos Esteves Pereira
Newton de Oliveira Andrade
Roberto Antonio Thomaziello
Ruy Bonini
Ryosuke Kavati

COPERSUCAR

Claudimir Pedro Penatti

EMBRAPA/CPAC

Alberto Carlos de Queiroz Pinto

EMBRAPA/IAC

Paulo de Souza Gonçalves

ESALQ-USP

Godofredo C. Vitti
José Leonardo de M. Gonçalves

Instituto de Zootecnia

Joaquim Carlos Werner
Valdinei Tadeu Paulino

MA-Pró-Café

Durval R. Fernandes

CCA - UFSCar

José Orlando Filho

Grupo Zillo Lorenzetti

Jorge L. Morelli

Cia. de Cafés Bom Retiro

Tomás Eliodoro da Costa

CESP

Jânio Carlos Gonçalves

Indústrias Maguary

José Rafael da Silva

Autônomos e produtores

Antonio C. Sanches
Edmundo E. A. Blasco

Universidade do Sudoeste da Bahia

Abel Rebouças São José

APRESENTAÇÃO

A agricultura paulista é bastante singular quanto à utilização de tecnologia, nela coexistindo desde a empírica de subsistência, até a do limiar do conhecimento científico e tecnológico. De modo geral, ela é conservadora quanto aos sistemas de produção, considera pouco relevantes a preservação do ambiente rural, a eficácia produtiva e a qualidade do produto, para atendimento de um mercado cada vez mais exigente e diversificado. Pode-se considerá-la como uma atividade de altas perdas, dos insumos aos produtos e, regionalmente, pouco homogênea quanto à adoção de técnicas adequadas. Lado a lado, convivem áreas em exploração produtiva, competitiva e ecologicamente corretas, com outras de baixa produtividade, alto risco econômico e, principalmente, em acelerado processo de degradação.

O solo, substrato onde as plantas se desenvolvem, nem sempre assegura o pleno fornecimento dos minerais e outras substâncias de que elas necessitam, nem lhes garante a expressão de seu potencial produtivo. Altamente complexo, podendo até ser considerado como um organismo vivo, o solo fornecedor de nutrientes às plantas, é fator de produção tecnicamente de fácil modificação e ajuste. Conhecer os limites desses ajustes, as suas relações com a produção e com a qualidade do produto e do ambiente é fundamental ao exercício da arte da agricultura, ou da agricultura como arte.

O Instituto Agronômico (IAC) tem desempenhado, na área da nutrição das plantas e da adubação e correção do solo, um extenso, continuado e profícuo trabalho de definição de como, quanto e quando modificar o solo para o alcance dos objetivos produtivos.

Assim, o IAC apresenta esta nova edição do Boletim 100, que traz de forma organizada, as informações básicas e necessárias ao entendimento das respostas das plantas ao ambiente solo e, pragmaticamente, recomenda a sua correção e adubação. Este trabalho representa o somatório da experiência e vivência da maioria do corpo técnico do IAC e de colaboradores da CATI, CCA-UFSCar, CENA-USP, COPERSUCAR, EMBRAPA, ESALQ/USP, Instituto de Zootecnia (IZ), MA-Pró-Café, além de especialistas da iniciativa privada.

Acompanhando a vocação da agricultura paulista e por causa da sua diversificação, não poderia ser diferente este Boletim, que contém recomendações técnicas sobre mais de uma centena de espécies, recomendações essas também válidas e aplicáveis a outras regiões com condições edafoclimáticas semelhantes.

INSTITUTO AGRONÔMICO

SUMÁRIO

Página

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO([1])

Bernardo van Raij([2,3]), Heitor Cantarella([2,3]),
José Antonio Quaggio([2,3]) e Ângela Maria Cangiani Furlani([2,3])

RESUMO

Esta publicação contém informações para a prática da calagem e da adubação de culturas para o Estado de São Paulo. Nos doze primeiros capítulos são descritos aspectos gerais de avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de plantas, calagem, adubação e organização das informações em tabelas de adubação. Aspectos característicos são as análises de fósforo em solos pelo método da resina trocadora de íons, o cálculo da calagem para elevar a saturação por bases a valores preestabelecidos por cultura e a determinação do pH em solução de cloreto de cálcio. São introduzidas as análises de solo para enxofre e micronutrientes, no último caso usando extração com água quente para boro e DTPA para zinco, manganês, ferro e cobre. Outra inovação é a análise de amostras do subsolo e sua interpretação para a prática da gessagem. Os resultados são indicados dentro do Sistema Internacional de Unidades. São fornecidas informações sobre conteúdo mineral de plantas, amostragem de folhas e limites de interpretação de teores de nutrientes nas folhas. Para diversas culturas é introduzido o conceito de resposta esperada a nitrogênio, com base no histórico de uso anterior da gleba, para culturas anuais, e no teor de nitrogênio nas folhas, para algumas culturas perenes. As recomendações de adubação, para as culturas mais importantes, levam em conta metas de produtividade esperada das culturas. São dadas informações sobre correção do solo e adubação, inclusive com especificações de corretivos e fertilizantes. Os outros capítulos apresentam informações específicas sobre nutrição de plantas, calagem e adubação, em forma de tabelas. As culturas foram agrupadas em: cereais; especiarias, aromáticas e medicinais; estimulantes; fibrosas; frutíferas; hortaliças; leguminosas e oleaginosas; ornamentais e flores; raízes e tubérculos; outras culturas industriais; florestais; e forrageiras. A 2.ª edição revisada e atualizada, em 1997, apresenta modificações nos capítulos sobre maracujá e hidroponia.

Termos de indexação: nutrientes, análise de solo, adubação, calagem, recomendação.

---

(1) A inclusão de muitas informações sobre micronutrientes só foi possível com a realização do projeto temático da FAPESP "Micronutrientes e microelementos tóxicos na agricultura de São Paulo".

(2) Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Instituto Agronômico (IAC). Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

(3) Com bolsa do CNPq

ABSTRACT

FERTILIZER AND LIME RECOMMENDATION FOR THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

This publication presents the lime and fertilizer recommendations for crops for the State of São Paulo, Brazil. In the first twelve chapters the subjects deal with general aspects of liming and fertilizer use, interpretation of soil and plant analysis and the organization of lime and fertilizer recommendation in tables. Specific features are the analysis of soil phosphorus with an ion-exchange resin procedure, the increase of the base saturation to specific values for crops as criteria for lime recommendation and the determination of pH in calcium chloride solution. The soil analysis of sulfur and micronutrients is introduced, using hot water extraction for boron, and DTPA extraction for zinc, manganese, iron and copper. Another novelty is the recommendation of gypsum as an acid subsoil amendment based on the chemical analysis of subsoil samples. Information on nutrient contents of crops, leaf sampling and interpretation of leaf analysis is also provided. The results of soil and plant analysis are presented using the International System of Units. For some crops the criteria of expected yield response to nitrogen is used, based on former soil use for annual crops and on nitrogen leaf content for some perennial crops. For the most important crops, fertilizer recommendation takes into consideration the expected yields. Information is given on the correction of soil acidity and fertilization and also on amendments and fertilizers. In the other 13 chapters the recommendation of lime and fertilizer is presented in tables. The crops are grouped under: cereals; spices, aromatic and medicinal crops; stimulants; fiber plants; fruits; vegetables; leguminous and oil crops; ornamentals and flowers; roots and tubers; other industrial crops; forest trees; and forage crops. This second edition, revised and updated in 1997, presents modifications concerned with passion fruit production and commercial hydroponics.

Index terms: nutrients, soil analysis, fertilization; liming, recommendation.

1. INTRODUÇÃO

Nesta Segunda Edição do Boletim Técnico n.º 100, a base de análise de solo para calagem e macronutrientes continua sendo a mesma da Primeira Edição. As determinações básicas são a matéria orgânica, o pH em cloreto de cálcio, o fósforo extraído do solo com resina trocadora de íons, os teores trocáveis de cálcio, magnésio e potássio e a acidez total a pH 7. Os valores calculados são a soma de bases, a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases. A recomendação de calagem passou a ser feita visando a elevação da saturação por bases dos solos a valores variáveis por culturas.

O uso da análise de solo é ampliado nesta publicação, incluindo-se as determinações de enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, para amostras da camada arável do solo, e argila e alumínio trocável para amostras do subsolo. Além disso, passa a ser usada a análise foliar para muitas culturas, incluindo todos os macronutrientes e os micronutrientes boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Todos os resultados de análises de solo e de plantas apresentam-se no Sistema Internacional de Unidades. No caso de corretivos e fertilizantes isso ainda não é possível e as recomendações são dadas nos moldes antigos. Apenas nos capítulos mais gerais avança-se um pouco em indicar conteúdos e cálculos para corretivos e fertilizantes com base no Sistema Internacional de Unidades.

A produtividade esperada é introduzida como um importante critério nas recomendações de adubação. Para o nitrogênio ainda não se usa a análise de solo, mas a previsão de respostas esperadas ao nutriente é feita para diversas culturas anuais, com base no histórico de uso anterior da gleba; para algumas culturas perenes, a resposta a nitrogênio é inferida pelo teor foliar. Para muitas culturas, a diagnose foliar é incluída como instrumento complementar de avaliação do estado nutricional.

Ampliaram-se as culturas contempladas, com a inclusão de diversas de responsabilidade do Instituto Agronômico que ficaram fora da primeira edição. Além disso, desta vez são apresentadas as recomendações de adubação para pastagens e forrageiras e para essências florestais. Também a hidroponia recebeu atenção nesta publicação.

Os 12 primeiros capítulos tratam de aspectos gerais, relacionados às análises de solos e plantas; os outros capítulos cuidam de recomendações específicas para culturas, grupadas em diversas categorias.

2. AMOSTRAGEM DE SOLO

A amostragem de solo é a primeira etapa em um bom programa de adubação e calagem. Nunca é demais lembrar que, por melhor que seja a análise química, ela não pode corrigir falhas na retirada da amostra ou na sua representatividade.

Detalhes sobre amostragem de solo, tais como definição de glebas, retirada de amostras compostas, ferramentas utilizadas, local e profundidade de amostragem e outros, são apresentados em impressos distribuídos pelos laboratórios. Contudo, alguns aspectos específicos são lembrados aqui, visando a maior uniformidade no procedimento.

2.1 Escolha das glebas para amostragem

Dividir a propriedade em glebas homogêneas, nunca superiores a 20 hectares, amostrando cada área isoladamente. Separar as glebas com a mesma posição topográfica (solos de morro, meia encosta, baixada, etc.), cor do solo, textura (argilosos, arenosos), cultura ou vegetação anterior (pastagem, café, milho, etc.) e adubação e calagem anteriores. Em culturas perenes, levar em conta, também, a variedade e a idade das plantas. Áreas com uma mesma cultura, mas com produtividade diferente, devem ser amostradas separadamente. Identificar essas glebas de maneira definitiva, fazendo um mapa para o acompanhamento da fertilidade do solo com o passar dos anos.

Se a propriedade for muito grande, não sendo possível amostrá-la completamente, é preferível amostrar apenas algumas glebas, não muito extensas, representando situações diferentes.

2.2 Ferramentas e coleta de amostras

A coleta de amostras pode ser feita com enxadão, pá reta ou, preferivelmente, com trado. O trado - tipo holandês, tubo ou de caneco - torna a operação mais fácil e rápida. Além disso, permite a retirada das amostras na profundidade correta e das mesmas quantidades de terra de todos os pontos amostrados.

Todas as ferramentas, bem como recipientes, utilizados na amostragem e embalagem da terra, devem estar limpos e, principalmente, não conter resíduos de calcário ou fertilizantes. Para amostras nas quais se pretende analisar micronutrientes, usar trado de aço e evitar baldes de metal galvanizado.

De cada gleba devem ser retiradas diversas subamostras para se obter uma média da área amostrada. Para isso, percorrer a área escolhida em ziguezague e coletar 20 subamostras por gleba homogênea. Em culturas perenes, tais como café, citros, seringueira etc., a amostragem deve ser feita em toda a faixa de solo adubada, que reflete melhor os tratamentos aplicados nos anos anteriores.

Em cada ponto afastar, com o pé, detritos e restos de culturas. Evitar pontos próximos a cupinzeiros, formigueiros, casas, estradas, currais, estrume de animais, depósitos de adubo ou calcário ou manchas no solo. Introduzir o trado no solo até a profundidade de 20 cm. A terra coletada representa uma porção de solo na profundidade de 0-20 cm. Raspar a terra lateral do trado, no caso de trado tipo holandês, aproveitando apenas a porção central.

É possivel, também, amostrar adequadamente o solo com um enxadão ou pá reta. Os cuidados e números de subamostras são os mesmos descritos para o trado. Após a limpeza superficial do terreno, fazer um buraco em forma de cunha, na profundidade de 0-20 cm, deixando uma das paredes o mais reta possível. Cortar, com o enxadão, uma fatia de cima até embaixo e tranferir para o balde. Para evitar encher demasiadamente o balde, dificultando a mistura das amostras, cada fatia coletada pode ser destorroada dentro do próprio buraco, retirando-se uma porção dessa terra para o balde. É importante coletar uma mesma porção de terra em cada um dos pontos amostrados.

Transferir a terra de cada subamostra para um balde ou outro recipiente limpo. Repetir a amostragem do mesmo modo em cada um dos 20 pontos. Quebrar os torrões de terra dentro do balde, retirar pedras, gravetos ou outros resíduos, e misturar muito bem. Se a amostra estiver muito úmida, deixar a amostra secar ao ar.

Retirar cerca de 300 g de terra do balde e tranferir para uma caixinha de papelão apropriada para análise de solo ou saco plástico limpo. Essa porção de terra será enviada ao laboratório. Jogar fora o resto da terra do balde e recomeçar a amostragem em outra área.

Identificar a amostra de solo com o nome do proprietário, propriedade, identificação da gleba amostrada e data. Anotar em um caderno, juntamente com o mapa da propriedade, o número de cada amostra e o local de onde foi retirada. Essas anotações são importantes para identificar o local para posterior aplicação de calcário e fertilizantes. Além disso, facilitam o acompanhamento da evolução da fertilidade do solo de um ano para outro.

2.3 Freqüência e época de amostragem

A análise de solo deve ser repetida em intervalos que podem variar de um a vários anos, dependendo da intensidade da adubação, do número de culturas de ciclo curto consecutivas ou do estágio de desenvolvimento de culturas perenes. De forma geral, convém amostrar com maior freqüência culturas que recebem maiores aplicações de adubos.

As amostras devem ser retiradas vários meses antes do plantio, no caso de culturas temporárias, já que diversas providências dependem do resultado da análise de solo. Também é conveniente retirar amostras antes da aração para permitir a aplicação de calcário antes dessa operação. No caso de culturas perenes, a amostragem deve ser feita, de preferência, no final da estação chuvosa.

2.4 Local e profundidade de amostragem

Nos casos de culturas anuais e de culturas perenes a serem instaladas, retirar as amostras simples que formarão a amostra composta em todo o terreno e na profundidade de 20 cm, a chamada camada arável. Para fins de cálculos em fertilidade do solo, essa camada tem um volume de 2.000.000 dm^3 de terra, para uma área de um hectare.

Para culturas perenes, que recebem aplicações localizadas de adubo, como café e frutíferas, retirar as amostras dos locais onde o adubo é aplicado. Embora nesses casos os adubos não sejam incorporados ao solo, a amostragem é igualmente feita na profundidade de 20 cm, para manter a coerência da interpretação de resultados. A mesma observação vale para cultivo sob plantio direto, recomendando-se, também, a amostragem na profundidade de 0 a 20 cm, até que, eventualmente, a pesquisa indique alternativa melhor.

Amostras compostas podem, também, ser retiradas na profundidade de 20 a 40 cm, principalmente para avaliar a acidez do subsolo, bem como os conteúdos de cálcio, enxofre e potássio. A coleta deve ser feita, de preferência, com trado. Primeiro coletar a amostra de 0-20 cm e em seguida retirar a terra da superfície que caiu dentro do buraco, para depois aprofundar o trado até 40 cm. Antes de tranferir a terra para o balde, raspar a terra lateral do trado e retirar também 2 a 3 cm da parte superior. Isso tudo é importante para evitar a contaminação com terra da superfície. Os trados tipo tubo são convenientes para a amostragem profunda, podendo-se utilizar um tubo de menor diâmetro para a de 20-40 cm.

2.5 Envio da amostra de solo ao laboratório

A amostra de solo deve ser acompanhada da Folha de Informações, preenchida com dados referentes a cada uma das glebas amostradas. Cada amostra deve ser identificada, da mesma maneira, na caixinha ou em outra embalagem que a contiver, na Folha de Informações e no mapa da propriedade.

As amostras podem ser enviadas pelo correio ou entregues a qualquer um dos laboratórios que utilizam os métodos de análise de solo desenvolvidos no IAC. Esses laboratórios têm seus resultados identificados por uma etiqueta do ano do programa de controle de qualidade do sistema IAC de análise de solo.

Caso haja interesse em recomendação de calagem e adubação, o usuário deve especificar a cultura e o código correspondente, completando, além disso, o solicitado na Folha de Informações para Análise de Solo.

3. REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLOS, FOLHAS, FERTILIZANTES E CORRETIVOS

A adoção do Sistema Internacional de Unidades (SI), nesta edição, implica em alteração nas representações e nos valores de parte dos resultados.

3.1 Unidades de representação de resultados

As bases de representação serão o quilograma (kg) ou o decímetro cúbico (dm^3) para sólidos e o litro (L) para líquidos.

Os conteúdos serão expressos em quantidade de matéria, podendo ser usados mol de carga (mol_c) ou milimol de carga ($mmol_c$), ou em massa, com as alternativas de grama (g) ou miligrama (mg). O milimol de carga corresponde ao miliequivalente, que não será mais empregado.

A porcentagem não deverá mais ser utilizada para representar teor ou concentração e, assim, dará lugar a uma representação combinando as unidades acima.

3.2 Solos

Os resultados de cátions trocáveis, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), alumínio (Al^{3+}), de acidez total a pH 7 ($H^+ + Al^{3+}$), de soma de bases (SB) e de capacidade de troca de cátions (CTC) serão apresentados em $mmol_c/dm^3$. Os valores são 10 vezes maiores do que a representação anterior, em meq/100 cm^3.

Os resultados de fósforo (P), de enxofre ($S\text{-}SO_4^{2-}$) e dos micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), serão apresentados em mg/dm^3. Na prática, os resultados têm sido apresentados, por muitos laboratórios, em partes por milhão (ppm), mesmo para o caso de medidas

volumétricas de solo, o que costuma ser o caso da análise de solo para fins de fertilidade. Assim sendo, essa representação, em ppm, tem sido usada de forma ambígua e, por isso, o seu uso deve ser descontinuado. De qualquer forma os números não mudarão.

Os resultados de matéria orgânica (MO) serão apresentados em g/dm^3, sendo os valores 10 vezes maiores que a representação anterior, em porcentagem (%), que corresponde a g/100 cm^3, já que a medida de solo no laboratório é volumétrica.

A saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m), serão expressos em porcentagem (%). Note-se que estes são índices calculados e não representações de concentrações ou teores. Nesses casos, é admitido o uso da porcentagem.

3.3 Folhas

A porcentagem (%) deixa de ser usada para macronutrientes e substituída por g/kg, com números 10 vezes maiores.

Também a representação em partes por milhão (ppm) não mais será usada, dando lugar a mg/kg. Neste caso, os números não mudarão.

3.4 Corretivos da acidez

Os teores, tanto das frações granulométricas, como de cálcio e de magnésio, serão apresentados em g/kg.

O poder de neutralização será dado em mol_c/kg.

Para os corretivos será impossível adotar imediatamente o SI, já que o comércio desses produtos não é feito usando essa representação.

No capítulo de corretivos e fertilizantes, serão apresentadas as duas alternativas e feitas comparações.

3.5 Fertilizantes

No caso dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) os resultados serão apresentados em g/kg, em substituição à porcentagem. Os resultados serão 10 vezes maiores, em se tratando dos elementos.

Para fósforo e potássio há, ainda, o problema das representações em P_2O_5 e em K_2O, que também não poderão ser abandonadas. Para fertilizantes, será preciso usar a representação do SI juntamente com a indicação tradicional.

Os micronutrientes serão representados em mg/kg, ao invés de ppm. Os números não mudarão.

No caso de adubos fluidos, as representações dos teores de macro e micronutrientes serão feitas, respectivamente, em g/L e em mg/L.

3.6 Conversão de unidades

As representações antigas podem ser convertidas nas novas, considerando as relações indicadas no quadro 3.1.

Nos casos da porcentagem (%) e de partes por milhão (ppm), percebe-se como essas representações não têm significado preciso, podendo ser diferentes, conforme a base de representação. Já no sistema novo, a representação é explícita e não deixa margem a dúvidas.

Também fica claro que o miliequivalente (meq) só mudou de nome, passando a ser conhecido como milimol de carga ($mmol_c$). O fator de conversão 10, mostrado no quadro 3.1, deve-se à mudança da base de representação, de 100 para 1.000, da mesma maneira como foi feito para a porcentagem.

A unidade de condutividade elétrica é o deci-siemen por metro (dS/m), que passa a substituir o milimho/cm. Neste caso os valores numéricos permanecem os mesmos.

Quadro 3.1. Fatores para conversão de unidades antigas em unidades do Sistema Internacional de Unidades

Unidade antiga (A)	Unidade nova (N) (N = A x F)	Fator de conversão (F)
%	g/kg, g/dm^3, g/L	10
ppm	mg/kg, mg/dm^3, mg/L	1
$meq/100\ cm^3$	$mmol_c/dm^3$	10
meq/100g	$mmol_c/kg$	10
meq/L	$mmol_c/L$	1
P_2O_5	P	0,437
K_2O	K	0,830
CaO	Ca	0,715
MgO	Mg	0,602
mmho/cm	dS/m	1

4. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO

Além da interpretação da análise de solo para P, K, Mg e calagem, nesta edição estão sendo introduzidas interpretações para respostas a nitrogênio, teores de cálcio, enxofre, micronutrientes e, também, para resultados da análise química de amostras do subsolo. A tabela de interpretação de P foi subdividida para quatro grupos de culturas, de acordo com o grau de exigência a fósforo.

4.1 Nitrogênio

Ainda não se tem, para São Paulo, um critério confiável de recomendação da adubação nitrogenada com base na análise de solo. Está-se adotando, para diversas culturas anuais, um critério de classes de resposta esperada que, associado às recomendações por produtividade esperada, deverá resultar em adubações mais coerentes com as necessidades em cada caso. Para algumas culturas perenes, as classes de resposta esperada a nitrogênio são estabelecidas com resultados de teores de N em folhas.

As classes de resposta esperada são assim conceituadas:

Alta resposta esperada - Solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de gramíneas ou outras culturas não leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos, sujeitos a altas perdas por lixiviação. Culturas perenes com teores baixos de N nas folhas.

Média resposta esperada - Solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou plantio anterior esporádico de leguminosas; ou solo em pousio por um ano; ou uso de quantidades moderadas de adubos orgânicos. Culturas perenes com teores médios de N nas folhas.

Baixa resposta esperada - Solos em pousio por dois ou mais anos; cultivo após pastagem (exceto solos arenosos); ou solos com cultivo anterior intenso de leguminosas; ou adubação verde com leguminosas ou rotação permanente com leguminosas; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos. Culturas perenes com teores altos de N nas folhas.

4.2 Fósforo e potássio

Os resultados de fósforo e de potássio são divididos em cinco classes de teores. Os limites de classes foram estabelecidos com ensaios de calibração, realizados principalmente para culturas anuais em condições de campo e levando em conta as respostas aos elementos aplicados na adubação, expressos em termos de produção relativa. Assim, a correspondência dos limites de classes de teores com os respectivos limites de produção relativa, são os apresentados no quadro 4.1.

Quadro 4.1. Limites de interpretação de teores de potássio e de fósforo em solos

Teor	Produção relativa	K^+ trocável	P resina			
			Florestais	Perenes	Anuais	Hortaliças
	%	$mmol_c/dm^3$	mg/dm^3			
Muito baixo	0- 70	0,0-0,7	0- 2	0- 5	0- 6	0- 10
Baixo	71- 90	0,8-1,5	3- 5	6-12	7-15	11- 25
Médio	91-100	1,6-3,0	6- 8	13-30	16-40	26- 60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

No caso do fósforo, os limites de interpretação são dados para quatro grupos de culturas, com exigências crescentes de maior disponibilidade de fósforo: florestais, perenes, anuais e hortaliças. Trata-se de uma classificação feita para fins práticos de organizar a adubação fosfatada por grupos de culturas.

Note-se que o limite superior da classe de teores altos é duas vezes maior que o limite superior da classe de teores médios.

No caso do potássio, bem como de outros cátions trocáveis, os diversos extratores usados em laboratórios de análise de solo dão resultados comparáveis, significando que, em geral, não é importante mencionar o método usado na extração. Além disso, para potássio, o teor do nutriente no solo é um índice melhor para avaliar a disponibilidade do que a relação com outros cátions ou a porcentagem da CTC. A relação com a CTC pode, eventualmente, ser usada como um critério auxiliar, mas não em substituição ao critério básico dado no quadro 4.1.

Já no caso do fósforo, é muito importante o extrator usado. Para São Paulo, pesquisas realizadas no Instituto Agronômico, confirmando informações de diferentes países, mostraram que o processo de extração com resina de troca de íons é um método que avalia melhor a disponibilidade do nutriente para as culturas. De forma geral, o método da resina apresenta correlações mais estreitas com índices de disponibilidade de fósforo em solos, determinados com plantas, do que outros extratores usuais, permitindo uma diagnose mais apurada do grau de deficiência de P em solos.

4.3 Acidez

Os parâmetros relacionados à acidez dos solos, pH em $CaCl_2$ e saturação por bases, apresentam estreita correlação entre si, para amostras retiradas da camada arável. A interpretação adotada para valores de pH em $CaCl_2$, e da saturação por bases, é apresentada no quadro 4.2.

A determinação do pH em uma solução 0,01 mol/L de cloreto de cálcio, permite obter resultados mais consistentes do que a determinação do pH em água. Isto porque, esta última determinação é mais afetada por pequenas

Quadro 4.2. Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez da camada arável do solo

Acidez	pH em $CaCl_2$	Saturação por bases	V
			%
Muito alta	Até 4,3	Muito baixa	0-25
Alta	4,4-5,0	Baixa	26-50
Média	5,1-5,5	Média	51-70
Baixa	5,6-6,0	Alta	71-90
Muito baixa	> 6,0	Muito alta	>90

quantidades de sais que podem ocorrer nas amostras de solo que chegam ao laboratório, em conseqüência de adubações, períodos de seca ou da mineralização que acontece em amostras de solo úmidas acondicionadas em sacos plásticos.

A tabela de interpretação de parâmetros da acidez, indicada no quadro 4.2, tem o objetivo técnico de servir de base para a organização de informações, como é o caso de acompanhar a evolução da fertilidade do solo. As culturas variam muito e, desse modo, as classes apresentadas podem ter significado diverso para grupos de plantas com características diferenciadas quanto à acidez.

4.4 Cálcio, magnésio e enxofre

Para cálcio, magnésio e enxofre são estabelecidas três classes de teores, com a interpretação apresentada no quadro 4.3.

A interpretação de magnésio é bastante consistente com os dados experimentais disponíveis e as tabelas de interpretação de diferentes instituições. Há bastante polêmica, tanto para o magnésio, como para o potássio sobre a interpretação em termos da porcentagem da CTC, ao invés dos teores, conforme apresentado no quadro 4.3. Também aqui a experimentação agronômica aponta para o uso dos teores absolutos como o melhor critério. Na prática, se houver magnésio suficiente, não deverá ocorrer deficiência. Porém, se os teores de magnésio forem baixos, a adubação potássica poderá agravar a deficiência.

Para o cálcio, os valores apresentados, são os mínimos desejáveis para culturas, sendo o limite superior o necessário àquelas mais exigentes no nutriente, independentemente da questão da calagem. Nesse caso, embora haja respaldo em resultados experimentais, já que deficiências de cálcio são raras em condições de campo, os limites apresentados são bem mais baixos do que os adotados por várias organizações no Brasil. Uma das grandes dificuldades é isolar a questão da deficiência de cálcio do problema da acidez excessiva, já que solos deficientes em cálcio são, em geral, muito ácidos. Nesses casos, a calagem corrige a acidez e supre cálcio em teores mais do que suficientes.

Quadro 4.3. Limites de interpretação de teores de Ca^{2+}, Mg^{2+} e SO_4^{2-} em solos

Teor	Ca^{2+} trocável	Mg^{2+} trocável	S-SO_4^{2-}
	mmol$_c$/dm^3		mg/dm^3
Baixo	0-3	0-4	0-4
Médio	4-7	5-8	5-10
Alto	>7	>8	>10

Um assunto que tem ocasionado polêmica é a necessidade de estabelecer, no solo, uma determinada relação Ca/Mg. Há abundante informação na literatura, a qual mostra que as produções de culturas não são afetadas por essa relação entre valores que variam de um mínimo ao redor de 0,5 até valores acima de 30, desde que nenhum dos dois elementos esteja presente em teores deficientes.

O enxofre é extraído do solo com solução de CaH_2PO_4 0,01 mol/L, que extrai principalmente a forma de sulfato, considerada disponível. A interpretação apresentada no quadro 4.3 refere-se à camada arável. Convém ressaltar que é comum haver acúmulo de sulfato abaixo da camada arável e, assim, uma diagnose mais apurada sobre a disponibilidade de enxofre deve levar em conta, também, os teores da camada de 20-40 cm de profundidade.

4.5 Micronutrientes

A interpretação adotada é apresentada no quadro 4.4.

O importante na interpretação da análise química de micronutrientes em solos é o uso de extratores adequados para avaliar a sua disponibilidade. Os extratores que se revelaram mais eficientes, nos estudos realizados no Instituto Agronômico, foram a água quente para boro e a solução do complexante DTPA para zinco, ferro, cobre e manganês.

A interpretação da análise de solo para micronutrientes pode ser aprimorada pela consideração de diferentes espécies vegetais. Nas tabelas de adubação, a interpretação da análise de solo é incluída para aquelas culturas em que têm sido constatadas deficiências freqüentes.

Quadro 4.4. Limites de interpretação dos teores de micronutrientes em solos

Teor	B água quente	Cu	Fe	Mn	Zn
		DTPA			
	mg/dm³				
Baixo	0-0,20	0-0,2	0- 4	0-1,2	0-0,5
Médio	0,21-0,60	0,3-0,8	5-12	1,3-5,0	0,6-1,2
Alto	>0,60	>0,8	>12	>5,0	>1,2

4.6 Matéria orgânica e argila

O teor de matéria orgânica do solo não revelou ser, no Estado de São Paulo, um índice adequado para predizer a disponibilidade de nitrogênio em solos e, conseqüentemente, não tem sido usado para essa finalidade.

O teor de matéria orgânica é útil para dar idéia da textura do solo, com valores até de 15 g/dm^3 para solos arenosos, entre 16 e 30 g/dm^3 para solos de textura média e de 31 a 60 g/dm^3 para solos argilosos. Valores muito acima de 60 g/dm^3 indicam acúmulo de matéria orgânica no solo por condições localizadas, em geral por má drenagem ou acidez elevada.

É importante obter determinações dos teores de argila do solo, não somente da camada arável, mas também em profundidade. Os resultados são expressos em g/kg.

4.7 Interpretação de resultados de análise de amostras do subsolo

A análise de amostras retiradas na profundidade de 20-40 cm serve para diagnosticar possíveis condições desfavoráveis ao desenvolvimento radicular, principalmente de culturas menos tolerantes à acidez. Essas condições são dadas por:

$Ca^{2+} < 4$ $mmol_c/dm^3$

$Al^{3+} > 5$ $mmol_c/dm^3$, associado com saturação por alumínio (m) > 40%.

A análise de amostras de subsolos também é útil para avaliar a disponibilidade de enxofre, pois o sulfato tende a acumular no subsolo.

Outra informação importante pode ser obtida com a análise de potássio que, acusando resultados altos, indica lixiviação do nutriente.

Bernardo van Raij, José Antonio Quaggio,
Heitor Cantarella e Cleide A. de Abreu
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

5. PRODUTIVIDADE ESPERADA

O conceito de produtividade esperada está sendo introduzido para diversas culturas como um dos critérios para alterar níveis de adubação. Há razões objetivas para considerar a produtividade esperada nas adubações: a) culturas mais produtivas requerem maior quantidade de nutrientes; b) com maiores produções, há maior renda, o que permite a aquisição de maiores quantidades de fertilizantes.

É importante entender que a produtividade esperada não é função apenas das doses aplicadas de fertilizantes, dependendo de diversos fatores, tais como solo, potencial genético da planta cultivada, condições climáticas durante o ciclo da cultura e o manejo, incluindo neste o controle de pragas, moléstias e plantas daninhas e o fornecimento ou não de água de irrigação. O solo pode, em parte, ser melhorado com o manejo, fator este sob o controle do produtor, mas também apresentar limitações intrínsecas impossíveis de ser alteradas, como textura, por exemplo.

Portanto, produtividade esperada não deve ser confundida com produtividade desejada.

A definição de uma determinada produtividade esperada deve levar em conta, sempre que houver informações, as colheitas passadas dos últimos anos. Assim, a meta de produtividade esperada deve ser colocada entre a média dos últimos anos e a maior produtividade obtida. Dessa maneira, garan-

te-se o suprimento adequado de nutrientes para produções crescentes. Se as metas de produtividade esperada forem sendo atingidas, convém aumentá-las para as colheitas seguintes.

Embora a escolha de uma produtividade esperada seja um difícil exercício de adivinhar o futuro, não há alternativa melhor para adubar em condições de produtividade muito diversa das culturas. É melhor errar um pouco para mais, para não deixar de ganhar em anos bons, lembrando que os aumentos de produção, geralmente, têm valores muitas vezes maiores que o gasto com adubos. Além disso, fósforo e potássio permanecem no solo, no caso de menor utilização em anos de produtividades inferiores às previstas, não ocorrendo perdas desses nutrientes.

O problema maior passa a ser o nitrogênio, que não se acumula no solo em formas minerais, sendo sujeito à lixiviação, além de não existir método de análise de solo para o nutriente em nossas condições. Por outro lado, como a aplicação do nitrogênio é feita de forma parcelada, com as maiores doses aplicadas quando o desenvolvimento da cultura já está em estado adiantado, é possível alterar a sua dosagem mesmo após o plantio, nas adubações de cobertura, caso se preveja produtividade esperada menor do que a inicialmente prevista. Para algumas culturas perenes, como café e citros, por exemplo, é possível utilizar um critério mais técnico, que é a análise foliar, mas também vinculado à produtividade esperada.

O histórico das glebas é, conseqüentemente, um fator muito importante para a melhor definição de um programa de adubação. Espera-se que, com o tempo, a previsão de produtividade possa basear-se, de forma crescente, em elementos técnicos cada vez melhores, que incluem modelos agroclimáticos, levantamentos detalhados de solos etc.

6. CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

A necessidade de correção da acidez, ou de calagem, será indicada nas tabelas específicas de cada cultura, apenas como uma meta de saturação por bases a se atingir. O cálculo da calagem é explicado neste capítulo dentro de duas alternativas, ou seja, com base em representação dos corretivos em porcentagem de óxidos de cálcio e magnésio ou considerando os teores desses elementos em gramas por quilograma, dentro do Sistema Internacional de Unidades. O uso do gesso para a melhoria do ambiente radicular de solos ácidos é também discutido.

6.1 Corretivos da acidez

Os corretivos da acidez do solo mais utilizados no Brasil são as rochas calcárias moídas, chamados simplesmente de "calcários", classificados, de acordo com a concentração de MgO, em calcíticos (menos de 5%), magnesianos (5 a 12%) e dolomíticos (acima de 12%). Também existem os calcários calcinados.

Quanto à granulometria, a legislação exige que pelo menos, 95% do material corretivo passe em peneira de 2 mm (ABNT n.º 10), 70% em peneira de 0,84 mm (ABNT n.º 20) e 50% em peneira de 0,30 mm (ABNT nº 50).

Do ponto de vista químico, de acordo com a natureza do material, os mínimos exigidos pela legislação são os apresentados no quadro 6.1.

Quadro 6.1. Valores mínimos, do poder de neutralização (PN) e da soma dos teores de cálcio e de magnésio, exigidos pelo Ministério da Agricultura, e valores correspondentes com o uso do Sistema Internacional de Unidades

Material	Poder de neutralização		Soma de cálcio e magnésio	
	Equiv. $CaCO_3$	Mol	CaO + MgO	Ca + Mg
	%	mol_c/kg	%	g/kg
Calcário moído	67	13	38	250
Calcário calcinado agrícola	80	16	43	280
Cal virgem agrícola	125	25	68	450
Cal hidratada agrícola	94	19	50	330
Escória	60	12	30	200
Outros	67	13	38	250

O poder de neutralização (PN), expresso atualmente em porcentagem de "equivalente carbonato de cálcio", representa o teor contido de neutralizantes. Seu valor pode ser determinado no laboratório ou calculado, nos casos em que a totalidade do cálcio e do magnésio esteja na forma de óxidos, hidróxidos ou carbonatos, o que lhes garante o poder neutralizante dos compostos. O cálculo é feito por:

$$PN = CaO\% \times 1,79 + MgO\% \times 2,48.$$

Como as partículas mais grosseiras dos corretivos da acidez não dissolvem no solo, no período de alguns meses, usa-se uma outra expressão, que deprecia as partículas menos reativas. Trata-se do poder relativo de neutralização total (PRNT), calculado por:

$$PRNT = (PN \times RE)/100.$$

O PRNT representa, assim, o valor do PN multiplicado por RE, que indica a reatividade de partículas de calcário de diferentes tamanhos, em relação ao carbonato de cálcio finamente moído, em um período de três meses. A eficiência relativa é calculada por:

$$RE = 0,2x + 0,6y + z.$$

sendo x a porcentagem do material retido na peneira ABNT n.º 20, y o material retido na peneira ABNT n.º 50 e z o material que passa pela peneira ABNT n.º 50. O material retido na peneira ABNT n.º 10 é considerado como tendo reatividade nula.

O gesso é um material que vem sendo usado para aumentar os teores de cálcio e reduzir a saturação de alumínio em subsolos ácidos. Trata-se, basicamente, de sulfato de cálcio e as exigências para comercialização são teores mínimos de 13% de S e 16% de Ca. O gesso tem ação totalmente diferente dos corretivos do quadro 6.1, e por não ter ação direta sobre a acidez, não se aplicam a ele os conceitos discutidos acima.

6.2 Cálculo da necessidade de calagem

A quantidade de calcário a aplicar, para elevar a saturação por bases do solo de um valor atual, V_1, a um valor maior, V_2, é calculada pela expressão seguinte:

$$NC = \frac{CTC\,(V_2 - V_1)}{10\ PRNT}$$

na qual NC é a necessidade de calagem, dada em t/ha, e CTC é a capacidade de troca de cátions do solo, expressa em $mmol_c/dm^3$. Os demais símbolos já foram explicados.

Para calcários moídos, quando o PRNT não é determinado, pode-se adotar um valor médio para o PRNT de 67%. Os resultados devem ser arredondados em números inteiros, não se aplicando menos de 1 t/ha, já que é difícil aplicar quantidades menores com os equipamentos disponíveis no mercado.

A escolha dos valores de V a serem atingidos com a calagem (V_2) depende da cultura, e estão indicados nas respectivas tabelas. Por exemplo, para o arroz irrigado recomenda-se atingir V_2 = 50% e, para alfafa, V_2 = 80%. Nesta edição do Boletim 100, houve alteração dos valores preconizados para diversas culturas. A importância do método de cálculo da necessidade de calagem descrito está na consideração das diferenças de tolerância à acidez entre culturas.

Além de corrigir a acidez, a calagem deve garantir teores suficientes de magnésio no solo, admitidos como 5 $mmol_c/dm^3$ para a maioria das culturas e 9 $mmol_c/dm^3$ de Mg^{2+} para culturas muito adubadas com potássio. O cálcio é, normalmente, suprido em quantidades suficientes pela calagem, já que os teores necessários são baixos, conforme explicado no capítulo 4.

Dessas considerações resulta que a relação Ca/Mg também não é um fator que precisa ser levado em conta na calagem, desde que seja garantido um teor adequado de Mg. A importância do equilíbrio entre as bases no solo para a produção das culturas tem sido muito discutida, nos últimos anos, no País. Existem recomendações técnicas para se ajustar a relação Ca/Mg para valores entre 3 e 4, sem nenhuma sustentação experimental. Ao contrário, os resultados experimentais sobre este assunto, tanto nacionais como internacionais, têm demonstrado que a relação Ca/Mg tem pouca importância para a produção das culturas dentro de um amplo intervalo de 0,5:1 até 30:1, desde que os teores desses nutrientes no solo não estejam próximos aos limites de deficiência.

Outro aspecto a observar é que o PRNT é uma medida de teor ou conteúdo neutralizante do corretivo e não de sua qualidade, como tem sido por vezes considerado. Assim, o mais aconselhável, na escolha do corretivo, é considerar o custo do produto aplicado.

6.3 Incorporação do corretivo

Os corretivos têm efeito principal sobre a acidez, a curto prazo, restrito a uma distância pequena do local de aplicação. Assim, o benefício máximo, principalmente para a primeira cultura, obtém-se com a aplicação antecipada, distribuição uniforme e a mais profunda incorporação.

Uma regra importante é que a calagem deve ser realizada com a maior antecedência possível ao plantio. Contudo, é preferível aplicar o calcário próximo à semeadura que deixar de fazê-lo.

O corretivo deve ser espalhado da forma mais uniforme possível sobre o terreno e incorporado. Os arados, tanto de disco como de aiveca, proporcionam incorporações mais profundas que as grades aradoras. Melhor uniformidade de incorporação consegue-se com a aplicação do calcário de uma só vez, realizando uma pré-mistura com grade semipesada e, a seguir, de preferência com o solo úmido, aração profunda para completar a incorporação. Uma segunda opção, talvez mais apropriada para pequenas e médias propriedades, consiste na aplicação de metade da dose antes da aração e metade antes da gradeação.

Para culturas perenes formadas, a incorporação profunda nem sempre é possível e há algumas particularidades a serem observadas. Assim, para citros, a época de aplicação mais favorável é no início da estação seca (maio a junho) e a incorporação deve ser feita com grade. Para o café, o período mais apropriado é logo após a colheita.

Os problemas mais sérios que vêm ocorrendo com a calagem são a aplicação muito próxima ao plantio ou a incorporação muito rasa. No primeiro caso, a conseqüência é uma redução do efeito da calagem sobre a produção, pelo pouco tempo para a reação do corretivo com o solo. No segundo, ocorre uma "supercalagem" em uma camada superficial, o que pode agravar deficiências de micronutrientes, e um efeito da calagem em apenas uma camada rasa do solo, o que limita o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, o melhor aproveitamento da água do solo, com reflexos negativos na produtividade.

6.4 Redução da acidez do subsolo

A acidez do subsolo dificulta ou impede, em muitos casos, a penetração de raízes. Os fatores envolvidos são teores baixos de cálcio ou teores elevados de alumínio. Freqüentemente, esses dois problemas ocorrem concomitantemente em solos muito ácidos.

Calagens elevadas e adubações freqüentes contribuem para reduzir significativamente esses problemas de acidez, promovendo o desenvolvimento profundo das raízes no subsolo, em decorrência da lixiviação de sais através do perfil do solo.

O gesso, um sal solúvel em água, é outro insumo que tem apresentado efeito favorável no desenvolvimento do sistema radicular no subsolo, devido ao aumento dos teores de cálcio, redução da saturação de alumínio e, em alguns casos, redução efetiva da acidez.

As condições em que o gesso pode ter efeito positivo na produção de culturas dependem da acidez ou deficiência de cálcio do subsolo, além do grau de tolerância de cultivares à toxidez de alumínio e à deficiência de cálcio. De maneira geral, em solos com teores de Ca^{2+} inferiores a 4 $mmol_c/dm^3$ e/ou com saturação de alumínio acima de 40%, pode-se esperar efeito, desde que os teores de alumínio não sejam muito elevados. As quantidades a aplicar dependem da textura, e podem ser estimadas por: NG = 6 x argila; onde, NG é a necessidade de gesso em kg/ha, e o teor de argila é dado em g/kg. O efeito residual do gesso, como o do calcário, perdura por vários anos, em solos que nunca receberam aplicações desse insumo.

6.5 Cálculo da necessidade de calagem usando o Sistema Internacional de Unidades

Para adequar os cálculos dos valores de PN, RE e PRNT ao Sistema Internacional de Unidades, é necessário expressar os teores de cálcio e magnésio e as diferentes frações granulométricas em gramas por quilograma (g/kg). Os cálculos são feitos pelas seguintes expressões:

$$PN = Ca/20,0 + Mg/12,2$$

$$PNE = PN \times RE$$

$$RE = (0,2x + 0,6y + z)/1.000$$

Nesse caso, o PN é expresso em mol_c/kg e os teores de Ca e Mg devem estar em g/kg. O poder de neutralização efetivo, ou PNE, que corresponde ao PRNT, é também expresso em mol_c/kg do corretivo. A eficiência relativa das partículas é calculada com as frações granulométricas indicadas também em g/kg do corretivo. O cálculo da calagem é feito por:

$$NC = [2\ CTC\ (V_2 - V_1)]\ /\ 100\ PNE$$

Um exemplo comparativo do cálculo da calagem, usando os dois sistemas de unidades, é dado no quadro 6.2. Note-se que na análise de solo já foi decidida a mudança de unidades; assim, não é apresentado o cálculo usando miliequivalentes, que não é mais recomendado. Já no caso de corretivos, não é, ainda, possível, utilizar o Sistema Internacional de Unidades, pois a legislação e o comércio ainda empregam as representações antigas. De qualquer forma, o exemplo mostra que os cálculos pelo Sistema Internacional de Unidades são mais simples.

Quadro 6.2. Exemplo de comparação do cálculo da necessidade de calagem, usando o sistema atual e o Sistema Internacional de Unidades

Parâmetro	Sistema atual	Sistema novo
Corretivo		
Cálcio	CaO = 23%	Ca = 164 g/kg
Magnésio	MgO = 19%	Mg = 115 g/kg
Fração peneira 20	x =12%	x = 120 g/kg
Fração peneira 50 (y)	y = 35%	y = 350 g/kg
Fração passa peneira 50 (z)	z = 55%	z = 550 g/kg
Poder de neutralização total	PN = 88,9% Equiv. $CaCO_3$	PN = 17.63 $mmol_c/kg$
Reatividade	RE = 77,2%	RE = 0,772
Poder de neutralização efetivo	PRNT = 68,6% Equiv. $CaCO_3$	PNE = 13,61 $mmol_c/kg$
Solo		
CTC	73 $mmol_c/dm^3$	73 $mmol_c/dm^3$
V_1	23%	23%
V_2	60%	60%
Necessidade de calagem	3,94 t/ha	3,97 t/ha

José Antonio Quaggio e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

7. ADUBAÇÃO FOSFATADA

Nas tabelas de adubação, a recomendação de adubação fosfatada, será feita em termos de P_2O_5, já que esta representação está profundamente arraigada nos meios agronômicos, no comércio e na legislação. Contudo, sempre que possível, a representação nova, em termos de P, será também indicada para permitir comparações.

7.1 Fertilizantes fosfatados

Os principais fertilizantes fosfatados comercializados no Brasil apresentam-se no quadro 7.1. A caracterização desse material é feita de duas maneiras. No caso dos fosfatos solúveis em água, são indicados os teores de fósforo solúvel em citrato neutro de amônio + água e apenas o teor solúvel em água; para os fosfatos insolúveis em água, indica-se o teor total e o teor solúvel em ácido cítrico a 2% (20 g/L).

As exigências mínimas de teores de fósforo, medidos por cada uma dessas determinações, variam com a natureza do fosfato. Assim, os teores

apresentados no quadro 7.1 são a garantia mínima exigida pelo Ministério da Agricultura, o que não impede que a comercialização se dê com garantias superiores.

O quadro 7.1 apresenta os teores de fósforo, na representação usual, em porcentagem (%) de P_2O_5 e em gramas de P por quilograma de produto (g/kg). São também indicados os teores de N e S contidos nos adubos.

A interpretação dos teores de fósforo em adubos fosfatados varia com a sua solubilidade em água. Os chamados fosfatos solúveis - superfosfatos e fosfatos de amônio - têm a maior parte do fósforo solúvel em água, o que significa pronta disponibilidade. Nesses casos há, também, uma fração relativamente pequena de fosfato insolúvel em água, mas solúvel em citrato de amônio, também considerado disponível, embora não imediatamente. Os demais fosfatos mostrados no quadro 7.1 são insolúveis em água.

Além do "fosfato natural", que representa material de origem nacional, de baixa eficiência, o hiperfosfato é um fosfato natural importado, de alta eficiência, chamado também de fosfato natural de alta reatividade. Na adubação fosfatada com esses adubos, os cálculos devem ser feitos considerando apenas os teores totais de fósforo; os teores solúveis em ácido cítrico servem tão somente para caracterizar produtos de diferentes origens. O termofosfato é caracterizado da mesma maneira, mas os teores de fósforo solúvel em ácido cítrico são mais elevados.

Quadro 7.1. Principais fertilizantes fosfatados simples e suas garantias mínimas, de acordo com o Ministério da Agricultura

Fertilizante	Representação	Teores de fósforo		Outros nutrientes
Fosfatos solúveis em água		**Citrato de amônio + água**	**Água**	
Superfosfato simples	P_2O_5, %	18	16	10% de S
	P, g/kg	80	70	100 g/kg de S
Superfosfato triplo	P_2O_5, %	41	37	
	P, g/kg	180	160	
Fosfato diamônico	P_2O_5, %	45	38	16% de N
(DAP)	P, g/kg	200	170	160 g/kg de N
Fosfato monoamô-	P_2O_5, %	48	44	9% de N
nico (MAP)	P, g/kg	210	190	90 g/kg de N
Fosfatos insolúveis em água		**Total**	**Ácido cítrico**	
Fosfato natural	P_2O_5, %	24	4	
	P, g/kg	100	20	
Hiperfosfato em pó	P_2O_5, %	30	12	
	P, g/kg	130	50	
Termofosfato	P_2O_5, %	17	14	7% de Mg
	P, g/kg	70	60	70 g/kg de Mg

Nas adubações, aplica-se maior parte do fósforo através de fórmulas NPK, preparadas com diversas matérias-primas, predominando os fosfatos solúveis em água. No caso das fórmulas, os cálculos de adubação devem levar em conta os teores solúveis em citrato de amônio + água. Existem muitos adubos fosfatados, mas o princípio de caracterização e de uso é similar.

7.2 Adubação fosfatada

Nas recomendações de adubação, as quantidades de fósforo a aplicar dependem dos teores de fósforo no solo, determinados pelo método de extração com resina de troca iônica e para diversas culturas a produtividade esperada é também levada em conta.

O fósforo é o nutriente que mais limita a produtividade na maioria dos solos nunca ou pouco adubados. Com adubações freqüentes, os teores tendem a subir, em razão do efeito residual, mas a quantidade exigida para atingir teores altos na análise de solo é bastante elevada, maior para solos mais argilosos.

Em São Paulo, existem poucas áreas novas a serem cultivadas e, assim, não se pratica normalmente a chamada adubação corretiva com fósforo, embora ela possa ser vantajosa em culturas de alto retorno, em solos muito deficientes. Prefere-se a adubação localizada, em sulcos ou covas, ou sobre o solo, no caso de culturas perenes, embora essa maneira de aplicar seja menos eficiente.

As recomendações das tabelas de adubação pressupõem fósforo solúvel em citrato neutro de amônio + água. Em solos deficientes, que irão receber quantidades moderadas de fósforo, e também em culturas de crescimento rápido, é importante usar adubos com elevada proporção de fósforo solúvel em água.

Termofosfatos e fosfatos naturais são mais eficientes se usados em forma de pó fino e incorporados em solos ácidos, principalmente os últimos. Mesmo nessas condições, os fosfatos naturais de baixa solubilidade em ácido cítrico, freqüentemente produzem efeitos modestos e incertos sobre o desenvolvimento das culturas. Melhores resultados são obtidos com o termofosfato e os fosfatos naturais de alta reatividade.

O fósforo é praticamente imóvel no solo. Assim, sempre que possível, esse nutriente deve ser colocado dentro do solo, em sulcos ou covas, no caso de fosfatos solúveis em água. Para as culturas perenes, deve-se aproveitar a fase de instalação para aplicar o fósforo em profundidade no solo, nas covas ou sulcos. Não se deve aplicar fósforo em cobertura para plantas de ciclo curto, a não ser que o adubo seja coberto por terra, para possibilitar a absorção do nutriente pelas raízes.

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

8. ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, POTÁSSIO E ENXOFRE

8.1 Nitrogênio

A recomendação de nitrogênio, nas tabelas de adubação desta publicação, é um dos poucos casos em que a análise do solo não é, praticamente, levada em conta. São considerados o manejo e o histórico da gleba, a produtividade esperada e, para algumas culturas, o teor de N foliar.

8.1.1 Fertilizantes nitrogenados

Os principais fertilizantes nitrogenados comercializados no Brasil são listados no quadro 8.1. O nitrogênio pode estar nas formas amídica (uréia), amoniacal ou nítrica e todas as fontes são solúveis em água. Uma vez no solo, em poucas semanas, a maior parte do N amídico ou amoniacal passa para a forma nítrica, pouco retida no complexo de troca, e sujeita a perdas por lixiviação. Estimativas de caminhamento de nitrato no solo indicam valores de 0,5 mm/mm de chuva para solos argilosos a mais de 3 mm/mm de chuva para solos arenosos.

Para minimizar perdas por lixiviação, os adubos nitrogenados são parcelados de modo que as plantas os recebam nos períodos em que o N possa ser prontamente absorvido. Para as culturas perenes, o N é aplicado em 3 a 5 vezes no período das chuvas. Nas culturas anuais, o N é parcelado em duas ou três vezes, sendo uma pequena parte no plantio, dependendo do ciclo da cultura, dose recomendada e tipo de solo. A maior parte do N, cerca de 2/3, é aplicada em uma ou duas vezes, a partir do período em que a planta inicia a fase de ativo crescimento.

Em solos com pH acima de 7, adubos contendo N na forma amoniacal, aplicados na superfície do solo, estão sujeitos a perdas de N por volatilização de amônia. No entanto, solos nessas condições são pouco comuns no Estado de São Paulo. A uréia, porém, quando aplicada na superfície está sujeita a perdas de amônia mesmo em solos ácidos. As perdas a campo são variáveis, mas estima-se que possam chegar a 20% ou mais do N aplicado se as condições favorecerem a volatilização. As perdas são maiores se a uréia for aplicada em solo úmido, seguido de vários dias de sol, quando a evaporação de água é favorecida, ou se a uréia for colocada sobre resíduos de plantas, tais como a palhada formada em plantio direto. A uréia aplicada sobre solo seco não se hidrolisa e, portanto, não perde amônia, até que condições de umidade permitam a hidrólise. Por outro lado, chuva ou irrigação de 10 a 20 mm geralmente são suficientes para levar a uréia para o interior do solo e prevenir as perdas. O enterrio ou cobertura da uréia com 5 cm de solo é normalmente suficiente para controlar as perdas.

Em solos de várzea, que permanecem inundados durante parte ou todo o ciclo da cultura, não se deve empregar adubos com nitrogênio na forma nítrica. As condições redutoras do solo provocam rápida desnitrificação, que resulta na produção de N_2 ou N_2O que são perdidos por volatilização. Para esses solos, recomenda-se adubos contendo N amoniacal ou amídico.

Quadro 8.1. Principais fertilizantes simples contendo nitrogênio, potássio e enxofre e suas garantias mínimas, de acordo com o Ministério da Agricultura ([1])

Fertilizante	N	N	K_2O	K	S	S	Observação
	%	g/kg	%	g/kg	%	g/kg	
Uréia	44	440	-	-	-	-	
Sulfato de amônio	20	200	-	-	22-24	220-240	
Nitrato de amônio	32	320	-	-	-	-	
Nitrocálcio	20	200	-	-	-	-	2-8% de Ca e 1-5% de Mg
DAP	16	160	-	-	-	-	45% de P_2O_5
MAP	9	90	-	-	-	-	48% de P_2O_5
Amônia anidra	82	820	-	-	-	-	Gás
Salitre potássico	15	150	14	117	-	-	18% de Na
Nitrato de potássio	13	130	44	367	-	-	
Cloreto de potássio	-	-	58	483	-	-	45-48% de Cl
Sulfato de potássio	-	-	48	400	15-17	150-170	
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	18	150	22-24	220-240	4-5% de Mg; 1-2,5% de Cl
Sulfato de cálcio (inclui fosfogesso)	-	-	-	-	13	130	16% de Ca
Superfosfato simples	-	-	-	-	10-12	100-120	18% de P_2O_5; 18-20% de Ca
Enxofre	-	-	-	-	95	950	

([1]) Portaria 01, de 4-3-83, publicada no D.O.U. de 9-3-83.

A nitrificação de adubos contendo N amoniacal produz H^+, e provoca a acidificação dos solos. A intensidade de acidificação depende do adubo utilizado (Quadro 8.2). Culturas que recebem altas doses de N localizadas, como o café e os citros, podem ter uma intensa acidificação na zona adubada e necessitar de aplicações mais constantes de calcário.

Quadro 8.2. Equivalentes de acidez(-) ou de alcalinidade(+) dos principais fertilizantes nitrogenados

Fertilizante	Equivalente em kg de $CaCO_3$	
	Por kg de N	Por 100 kg do produto
Amônia anidra	-1,80	-148
Uréia	-1,80	-79
Nitrato de amônio	-1,80	-58
Nitrocálcio	0	0
Sulfato de amônio	-5,35	-107
MAP	-5,00	-45
Cloreto de amônio	-5,60	-140
Nitrato de cálcio	+1,35	+19
Nitrato de sódio	+1,80	+27
Nitrato de potássio	+2,00	+26

8.1.2 Adubação nitrogenada

Para a maioria das culturas, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades, daí sua alta exigência.

Cerca de 95% ou mais do N do solo faz parte da matéria orgânica, que constitui o grande reservatório desse nutriente. No entanto, a capacidade do solo de fornecer N às culturas depende da mineralização do N orgânico, função de fatores climáticos, de difícil previsão. Assim, a análise de solo tem pouca utilidade, até o momento, para ajudar a definir a adubação nitrogenada.

As doses de N recomendadas para as principais culturas neste boletim foram determinadas com base na classe de resposta a N, definida conforme o manejo e histórico da gleba, no rendimento esperado e nos teores foliares. A produtividade esperada é um importante parâmetro para recomendação de adubação com nutrientes como N e K pois, em vista da suas altas concentrações nas plantas, a necessidade da cultura varia muito com o potencial de produtividade. O teor de N nas folhas tem se revelado um bom critério para ajustar as recomendações de N em plantas perenes, tais como citros, café e manga.

A capacidade do solo para fornecer N e, conseqüentemente, a necessidade de adubação nitrogenada varia conforme o manejo do solo e a cultura anterior. Neste boletim, foram definidas três classes de resposta a N, as quais podem ser ajustadas conforme a cultura a ser adubada:

1 - Alta resposta esperada: solos bem corrigidos e com média ou alta disponibilidade de P e K e que tenham sido cultivados com gramíneas como o milho, arroz, trigo, ou culturas não fixadoras de N, como o algodão; áreas irrigadas com alto potencial de produção, sujeitas a maior lixiviação; áreas nos primeiros anos de plantio direto; solos arenosos mais sujeitos a lixiviação ou solos arenosos em regiões quentes, onde a decomposição dos resíduos de cultura é muito rápida;

2 - Média resposta esperada: solos muito ácidos e que serão corrigidos com calcário, com produtividade limitada no primeiro ano e onde se espera maior mineralização do N do solo devido à correção do solo; solos com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano;

3 - Baixa resposta esperada: solo em pousio por dois ou mais anos, ou após pastagens; cultivo intenso de leguminosas ou plantios de adubo verde precedendo a cultura a ser adubada.

Os critérios para definir classes de resposta não são rígidos e, em algumas situações, pode-se preferir uma classe diferente daquela escolhida pela aplicação das normas acima. Por exemplo, em solos muito arenosos, onde a decomposição da matéria orgânica fresca (pastagens ou adubações verdes incorporadas ao solo) é rápida, a classe de resposta baixa deve ser mudada para classe de média ou alta resposta.

8.2 Potássio

O potássio é, geralmente, o segundo elemento extraído em maior quantidade pelos vegetais. O potássio trocável representa a fração disponível às plantas, embora, em alguns solos, formas não-trocáveis também possam contribuir para o fornecimento a curto prazo deste nutriente.

O potássio presente nos tecidos vegetais não é incorporado à fração orgânica, permanecendo como íon. Assim, quando parte do material vegetal é reciclado após a colheita, o K presente pode voltar rapidamente ao solo, em forma prontamente disponível. Quando o solo é amostrado com vegetação exuberante, o resultado da análise pode subestimar o teor de K disponível, pois uma parte substancial deste nutriente pode estar na biomassa vegetal. Isso pode ter alguma importância, principalmente em solos pobres.

8.2.1 Fertilizantes potássicos

Os fertilizantes potássicos mais comuns são listados no quadro 8.1. Nas formas de cloreto, sulfatos ou nitratos, são todos solúveis em água e prontamente disponíveis às plantas. As concentrações do nutriente nos fertilizantes são indicadas em % de K_2O, como na atual legislação, e também em g/kg de K.

O cloreto de potássio é a fonte mais barata e mais utilizada. Devido ao alto teor de cloro, não é recomendado seu uso em altas doses em culturas sensíveis ao excesso desse elemento, tais como o fumo. No entanto, esta restrição não se aplica à maioria das espécies.

8.2.2 Adubação potássica

A análise de solo fornece informações seguras para se avaliar a disponibilidade de potássio às culturas e é o principal parâmetro utilizado para definir a recomendação das doses de fertilizantes potássicos nas tabelas desta publicação. Outro parâmetro importante é a produtividade esperada, que reflete a extração do nutriente pela cultura e a remoção pelas colheitas.

As tabelas de recomendação geralmente prevêm a aplicação dos fertilizantes potássicos no sulco de plantio, embora esta também possa ser feita a lanço, antes do plantio. Em solos pobres, a aplicação no sulco é mais vantajosa pois, com doses menores, é possível garantir maior quantidade de nutrientes próximo do sistema radicular. Em solos com teores altos, a influência do modo de aplicação é menor.

A aplicação de altas doses de potássio no sulco de plantio deve ser evitada devido ao efeito salino e, em alguns casos, para diminuir perdas por lixiviação. O excesso de sais próximo às sementes e plântulas pode provocar-lhes a morte e reduzir o "stand", prejudicando a produção. Além disso, em solos arenosos, há o risco de perdas por lixiviação, pois a quantidade de colóides do solo na zona de aplicação do adubo pode não ser suficiente para reter grandes doses do nutriente. Assim, para culturas anuais, recomenda-se não exceder 60 kg/ha de K_2O no sulco de plantio. O restante deve ser aplicado em cobertura no início da fase de maior desenvolvimento das plantas, lembrando que aplicações tardias ou em solos muito argilosos, podem não ser eficientes. Para doses maiores que 100 kg/ha de K_2O, a aplicação a lanço, com incorporação antes do plantio, também é uma alternativa.

8.3 Enxofre

A maior parte do S do solo está na forma orgânica e necessita passar por processo de mineralização para se tornar disponível às plantas. A forma inorgânica predominante em solos bem drenados é a do sulfato, cuja determinação é bastante utilizada para avaliar a disponibilidade desse nutriente. Em muitos solos, o sulfato é mais retido nas camadas subsuperficiais com reação ácida, devido à presença de cargas positivas e menores teores de ânions como o fosfato, que competem por esses sítios de adsorção. Assim, a amostragem do solo para análise de sulfato deve também ser feita na camada de 20 a 40 cm, quando a profundidade do sistema radicular assim o justificar.

8.3.1 Fertilizantes contendo enxofre

Os principais fertilizantes minerais contendo enxofre são apresentados no quadro 8.1. Em quase todas as fontes, o S está na forma de sulfato, prontamente disponível, mesmo na forma de sulfato de cálcio, de solubilidade relativamente baixa, presente no gesso e no superfosfato simples. Este nutriente faz parte de importantes fontes de nitrogênio, como o sulfato de amônio, e de fósforo, como o superfosfato simples, de modo que, muitas vezes, as

necessidades de S podem ser satisfeitas pela adubação com N e P. Essa estratégia é quase sempre a mais econômica, uma vez que as necessidades de S para as culturas são, geralmente, pequenas.

A gessagem, realizada com o propósito de minimizar problemas de acidez e falta de cálcio em subsuperfície (vide capítulo 6), geralmente fornece S além das necessidades das culturas e, por isso, pode resolver o problema de suprimento de S como nutriente por vários anos.

O enxofre elementar (S^o), ou flor de enxofre, com 95 g/kg de S, é também uma fonte eficiente deste nutriente para as plantas, embora de solubilidade bastante baixa. A disponibilidade do S dessa fonte depende da oxidação a sulfato, cuja velocidade é função da granulometria: quanto mais fina, mais rápida é a oxidação. No entanto, o forte poder acidificante do enxofre elementar deve ser levado em consideração (32 kg de S necessitam de 100 kg de $CaCO_3$ puro para neutralizar a acidez produzida).

8.3.2 Adubação com enxofre

A extração de enxofre pelas culturas corresponde geralmente a 10 a 15% da de nitrogênio. No entanto, o uso de fórmulas concentradas, pobres em enxofre, por longos períodos de tempo, pode colaborar para o empobrecimento do solo e provocar deficiência desse nutriente. Por isso, recomenda-se que a aplicação de enxofre não seja negligenciada nos programas de adubação.

Nas tabelas desta publicação, geralmente a recomendação da dose de S não está amarrada à análise do solo, pois poucos laboratórios fazem a determinação desse nutriente em solo. No entanto, os resultados da análise de S-sulfato têm sido usados com relativo sucesso para prever a disponibilidade desse nutriente às plantas.

Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

9. ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

As deficiências de micronutrientes em culturas representam uma preocupação crescente, já que elas vêm-se acentuando, podendo acarretar sérios prejuízos na produtividade. O cultivo em solos de baixa fertilidade, a calagem e o aumento da produtividade, são fatores que têm favorecido o aumento das deficiências de micronutrientes. A análise de solo para micronutrientes, introduzida nesta publicação, deverá ser importante instrumento para orientar a adubação, principalmente se for usada em conjunto com informações específicas sobre as espécies ou variedades cultivadas.

9.1 Fertilizantes contendo micronutrientes

Sais e óxidos inorgânicos, silicatos fundidos e quelatos - são usados como fontes de micronutrientes, isoladamente ou incorporados em formulações com macronutrientes.

O quadro 9.1 apresenta os principais produtos comercializados no Brasil, com os teores mínimos exigidos pelo Ministério da Agricultura. Na prática, podem ser encontrados produtos com teores bem mais elevados. A solubilidade ou não em água é um dos importantes atributos utilizados para orientar o modo de aplicação.

Os principais fertilizantes são os sais inorgânicos solúveis dos elementos. Também são utilizados óxidos, insolúveis em água. Os chamados silicatos, conhecidos como "fritas", são obtidos por fusão de silicatos com os micronutrientes. Eles são comercializados com grande diversidade de nutrientes, no mínimo dois, e com os teores mínimos apresentados no quadro 9.1. Os quelatos são produtos solúveis que mantêm os metais neles contidos fortemente complexados, em muitos casos protegendo os elementos de reações que poderiam reduzir sua disponibilidade no solo.

Tem havido uma tendência crescente de incorporação dos micronutrientes em formulações NPK, principalmente por causa da dificuldade de aplicação das pequenas quantidades normalmente necessárias nas adubações.

Quadro 9.1. Principais fontes de micronutrientes utilizados no Brasil e garantias mínimas exigidas pelo Ministério da Agricultura

Nutriente	Fertilizante	Garantia mínima (conc. do elemento)		Solubilidade em água
		%	g/kg	
Boro	Bórax	11	110	Solúvel
	Ácido bórico	17	170	Solúvel
	Silicato	1	10	Insolúvel
Cobre	Sulfato	13	130	Solúvel
	Óxido cúprico (CuO)	75	750	Insolúvel
	Silicato	2	20	Insolúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Ferro	Sulfato ferroso	19	190	Solúvel
	Sulfato férrico	23	230	Solúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Manganês	Sulfato manganoso	26	260	Solúvel
	Óxido manganoso	41	410	Insolúvel
	Silicato	2	20	Insolúvel
	Quelato	5	50	Solúvel
Molibdênio	Molibdato de sódio	39	390	Solúvel
	Molibdato de amônio	54	540	Solúvel
	Silicato	0,1	1	Insolúvel
Zinco	Sulfato de zinco	20	200	Solúvel
	Óxido	50	500	Insolúvel
	Silicato	3	30	Insolúvel
	Quelato	7	70	Solúvel

9.2 Adubação com micronutrientes

Existem grandes diferenças de comportamento de espécies vegetais e até mesmo de variedades dentro das mesmas espécies, na suscetibilidade a deficiências de micronutrientes. Assim, nas tabelas de adubação das culturas, a análise de solo para micronutrientes é considerada naqueles casos em que ocorreram deficiências, em São Paulo, principalmente para zinco e boro e, em poucos casos, para cobre e manganês. Ainda não está sendo feita análise de solos para molibdênio.

As recomendações de adubação de micronutrientes, quando indicadas nas tabelas de adubação das culturas, são para aplicações localizadas, no sulco ou em covas, ou mesmo na superfície do solo, para culturas perenes, exceto naqueles casos em que é prescrita a aplicação foliar.

Em aplicações localizadas, as formas solúveis em água são mais prontamente disponíveis, principalmente para culturas de crescimento rápido. As fontes insolúveis são favorecidas pelo maior contato com o solo, propiciado por incorporação em área total ou com a terra de sulcos ou covas.

Dos micronutrientes, apenas o cloro e o boro apresentam mobilidade acentuada no solo, entretanto, não existe registro de ocorrência de deficiências de cloro nas condições de São Paulo. Já o boro, pela sua mobilidade, pode ser aplicado em adubação de cobertura, até em culturas anuais.

Os micronutrientes, com exceção do ferro, apresentam efeito residual das adubações que podem estender-se por vários anos, dependendo das quantidades aplicadas. Assim, a análise de solo pode ser usada para acompanhar as variações sendo, em geral, bastante fácil atingir valores altos. Essa é uma informação especialmente importante, no caso de culturas intensivas que recebem várias aplicações por ano, possibilitando, com o monitoramento pela análise de solo, evitar acúmulos que podem tornar-se tóxicos, o que é mais provável de ocorrer para boro.

O molibdênio pode ser aplicado, de maneira muito eficiente, junto com as sementes. Isso é possível pelas baixas quantidades do nutriente exigidas pelas plantas, o que não ocorre com os demais micronutrientes.

A aplicação foliar pode ser utilizada para os micronutrientes, com solução de sais inorgânicos solúveis em água. Nos casos em que isso é recomendado, as concentrações preconizadas são dadas nas tabelas de adubação. Para diversas culturas perenes, a pulverização foliar com micronutrientes é uma rotina, aproveitando-se a aplicação de pesticidas. Para as hortaliças, a prática é também bastante comum, mas para culturas anuais extensivas, a adubação foliar de micronutrientes em geral só se justifica em situações de emergência. Em todas as situações, quando houver deficiência de zinco e manganês, é recomendável a aplicação ao solo, de preferência no plantio.

Cleide Aparecida de Abreu
e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

10. ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Há um interesse crescente na utilização de adubos orgânicos, pelo seu reconhecido efeito benéfico na produtividade das culturas. Neste capítulo, são dadas informações, não só sobre adubos orgânicos mais tradicionais, mas também sobre o uso de resíduos diversos na agricultura, considerando que sua aplicação ao solo é, muitas vezes, uma maneira conveniente de reciclagem desses materiais orgânicos.

10.1 Adubos orgânicos

O principal efeito da adubação orgânica é a melhoria das propriedades fisicas e biológicas do solo. Embora os adubos orgânicos mais utilizados possuam nutrientes em teores geralmente baixos e desbalanceados, necessitando de suplementação com fertilizantes minerais para a maioria das culturas, as aplicações carreiam nutrientes que devem ser considerados nas adubações.

Os nutrientes presentes em adubos orgânicos, principalmente o nitrogênio e o fósforo, possuem uma liberação mais lenta que a dos adubos minerais, dependente da mineralização da matéria orgânica, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo, o que muitas vezes favorece um melhor aproveitamento.

Uma composição típica de vários adubos orgânicos, usados para melhorar a fertilidade do solo, é apresentada no quadro 10.1.

Algumas características importantes das principais práticas utilizadas no manejo da matéria orgânica do solo, com respeito à adição e à liberação de nutrientes às plantas são consideradas a seguir.

10.2 Estercos de origem animal

São os mais importantes adubos orgânicos, merecendo assim uma atenção à parte.

Embora os estercos possuam praticamente todos os elementos necessários ao desenvolvimento das plantas, as quantidades normalmente aplicadas não são suficientes para suprir as necessidades das culturas. Os estercos são considerados, em geral, como fontes de nitrogênio, seu constituinte mais importante, mas outros nutrientes não podem ser desprezados, tais como fósforo e potássio, além de cobre e zinco nos estercos de galinha e de porco.

O nitrogênio dos estercos e de outros materiais orgânicos pode ser manejado mediante as denominadas "séries de decaimento", que expressam a porcentagem de mineralização do N que ocorre a cada ano após a aplicação do resíduo. Como exemplo, um adubo orgânico com uma série de decaimento de 0,30; 0,10; 0,05 indica que, para o primeiro ano, 30% do seu conteúdo total em N estará mineralizado, 10% do total restante no segundo ano e 5% do restante do N não mineralizado no primeiro e segundo anos estará disponível no terceiro e assim sucessivamente. O quadro 10.2 apresenta as séries de decaimento para alguns adubos orgânicos e os totais de N a serem adicionados

pelos adubos para manter uma quantidade fixa de 100 kg/ha de N mineralizado por ano. Com relação ao P e ao K, pode-se assumir que 70% do P e praticamente todo o K estarão disponíveis no primeiro ano de aplicação.

Quadro 10.1. Composição típica de vários materiais orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial (sem secar)

Materiais orgânicos	C/N	Umidade	C	N	P	K	Ca
		g/kg					
Esterco bovino fresco	20	620	100	5	2,6	6	2
Esterco bovino curtido	21	340	320	15	12	21	20
Esterco de galinha	10	550	140	14	8	7	23
Esterco de porco	9	780	60	7	2	5	12
Composto de lixo	27	410	160	6	2	3	11
Lodo de esgoto	11	500	170	16	8	2	16
Vinhaça *in natura*	17	950	10	0,6	0,1	3	1
Torta de filtro	27	770	80	3	2	0,6	5
Torta de mamona	10	90	450	45	7	11	18
Mucuna	20	870	60	3	0,6	3	2
Crotalária júncea	25	860	70	2,8	0,4	3	2
Milho	46	880	60	1,3	0,2	3	0,5
Aguapé	20	940	20	1	0,1	1	1

Materiais orgânicos	Mg	S	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb
	g/kg		mg/kg				
Esterco bovino fresco	1	1	33	6	0	2	2
Esterco bovino curtido	6	2	217	25	0	2	1
Esterco de galinha	5	2	138	14	2	2	17
Esterco de porco	3	-	242	264	0	2	3
Composto de lixo	1	2	255	107	2	25	111
Lodo de esgoto	6	2	900	435	11	362	360
Vinhaça *in natura*	0,4	0,5	3	5	-	-	-
Torta de filtro	0,8	3	20	13	-	-	-
Torta de mamona	5	-	128	73	-	-	-
Mucuna	0,4	-	6	3	-	-	-
Crotalária júncea	0,4	-	2	1	-	-	-
Milho	0,2	0,2	3	1	-	-	-
Aguapé	0,2	0,2	3	2	0	1	2

Os valores não são absolutos, servindo apenas para uma avaliação de ordem de grandeza. Para converter as quantidades dos elementos da tabela para quantidades no material seco (base seca), usar a relação: concentração no resíduo seco em g/kg ou mg/kg = concentração no material sem secar em g/kg ou mg/kg x 1000 / (1000 - umidade em g/kg). Para converter g/kg em %, dividir o valor do quadro por 10.

A mistura de adubos fosfatados com esterco, além de aumentar a disponibilidade de fósforo, ajuda a reter amônia, reduzindo as perdas de nitrogênio. Para seu uso prático, é importante curtir os estercos, para evitar danos às plantas.

As quantidades normalmente aplicadas, variam de 10 a 100 t/ha de esterco bovino e pelo menos 4 vezes menos de esterco de galinha. As quantidades dependem da cultura e do grau de pureza do esterco.

Quadro 10.2. Quantidade total de N necessária para manter uma taxa de mineralização de 100 kg N/ha por ano durante um período de 15 anos para três tipos de material orgânico([1])

Material orgânico série de decaimento	Tempo em anos						
	1	2	3	4	5	10	15
	N, kg/ha por ano						
Esterco de galinha 0,90; 0,10; 0,05	111	110	109	109	108	106	105
Esterco de curral seco, 1,0% N 0,20; 0,10; 0,05	500	300	290	244	218	138	112
Lodo de esgoto líquido, 2,5% N 0,35; 0,10; 0,05	286	232	218	203	189	145	122

(1) Informação da Universidade da California, Riverside, EUA.

10.3 Compostos

Qualquer material vegetal pode ser utilizado para a produção de composto. O uso de estercos de animais ou de terra retirada da camada superficial do solo, ricos em microrganismos, ou de corretivos e adubos como calcário, uréia e os superfosfatos, aceleram a decomposição dos restos vegetais e enriquecem o produto final. Condições adequadas de aeração, umidade (60%) e de temperatura também auxiliam a ação dos microorganismos na estabilização do composto.

Compostos com relação C/N menor que 25 e relação C/P menor que 200, em geral, liberam a maior parte do N e do P no primeiro ano de aplicação. As dosagens de composto variam de 30 a 50 t/ha, em área total.

10.4 Resíduos urbanos e industriais

Enquadram-se nessa classificação o lixo urbano, o lodo de esgoto, a vinhaça, a torta de filtro, as borras, os resíduos de laticínios, etc. Em geral, os produtos são desbalanceados quanto aos teores de nutrientes neles contidos, necessitando uma suplementação na adubação, com fontes minerais. Os lodos, geralmente, são pobres em potássio devido ao seu processo de obtenção que perde esse nutriente em solução. Em compensação, podem apresentar teores

elevados de fósforo, às vezes superiores ao nitrogênio, e mais de 80% do P pode estar disponível no primeiro ano de aplicação. O composto de lixo urbano tem-se comportado de forma similar ao esterco de curral, obtendo-se um efeito significativo na produção já no primeiro ano com dosagens de 40t/ha.

O composto de lixo urbano e o lodo de esgoto, por apresentarem risco de conter patógenos, compostos orgânicos de difícil decomposição no solo e metais pesados, como o cádmio, o níquel e o crômio, devem ser empregados preferencialmente em parques e jardins e em culturas que não sejam de consumo direto, como o algodão, a seringueira, a cana de açúcar e os cereais, a fim de que a cadeia alimentar fique protegida de contaminação. Todos os resíduos com teores elevados em metais pesados devem ser de aplicação restrita, a fim de se evitar o acúmulo no solo.

O quadro 10.3 indica os limites adotados por alguns países da Europa e pela Comunidade Econômica Européia para a concentração de metais pesados no composto de lixo urbano e no lodo de esgoto. A legislação dos EUA já restringe as quantidades máximas a serem aplicadas por ano e as acumuladas no solo, no caso do lodo de esgoto conter quantidades elevadas de metais pesados (Quadro 10.4). Assim, a utilização de resíduos urbanos na agricultura deve prever um monitoramento constante, para evitar a contaminação tanto do solo como do aquífero, principalmente quando o material orgânico contiver teores de um ou mais elementos tóxicos próximos aos limites mostrados nos quadros 10.3 e 10.4. No Brasil, ainda não há valores definidos para teores de metais tóxicos ou de quantidades máximas a aplicar para culturas.

A vinhaça é, principalmente, uma fonte de potássio, com disponibilidade similar ao cloreto de potássio, e também contribui com quantidades apreciáveis de N, Ca, Mg, Zn, Cu e Mn. Sua aplicação aumenta o pH e a atividade biológica do solo. As dosagens recomendadas variam com a fertilidade do solo e o tipo de composição do mosto que deu origem ao resíduo. A torta de filtro libera cerca de 20% de seu conteúdo em N, no primeiro ano de aplicação, e apresenta uma

Quadro 10.3. Limites para a concentração de metais pesados no composto de lixo urbano e no lodo de esgoto, adotados por alguns países da Europa para o uso agrícola, com base no material seco (m.s.)

Elemento	Composto de lixo					Lodo de esgoto		
	Áustria	Itália	Holanda	Bélgica (1)	Bélgica (2)	Alemanha	Suécia	C.E.E
	mg/kg de m.s.							
Cádmio	6	10	5	5	5	15	15	20
Crômio	300	500	500	150	200	900	1.000	750
Cobre	1.000	600	600	100	500	800	3.000	1.000
Mercúrio	4	10	5	5	5	8	8	16
Níquel	200	200	100	50	100	200	500	300
Chumbo	900	500	500	600	1.000	900	300	750
Zinco	1.500	2.500	2.000	1.000	1.500	2.500	10.000	2.500

([1]) Culturas alimentícias. ([2]) Culturas ornamentais.

elevada capacidade de retenção de água a baixas tensões. As quantidades aplicadas por hectare estão em torno de 3 a 10 toneladas da torta seca no sulco de plantio e de 30 a 50 t do resíduo seco em área total.

As tortas vegetais, como a torta de mamona indicada no quadro 1, são também adubos orgânicos de grande interesse, embora de disponibilidade limitada no comércio. Outros produtos, como farinha de sangue, farinha de ossos, etc., tem uso muito restrito na adubação.

Quadro 10.4. Quantidades máximas de metais pesados permitidas no lodo de esgoto e taxa máxima de aplicação anual e acumulada no solo agrícola, de acordo com a legislação 40 CFR parte 503, regulamentadora do uso do lodo de esgoto nos EUA, com base na matéria seca, a partir de 1993

Elemento	Quantidade máxima no lodo	Taxa máxima de aplicação anual	Taxa máxima de aplicação acumulada
	mg/kg	kg/ha/ano	kg/ha
Arsênio	75	2,0	41
Cádmio	85	1,9	39
Crômio	3.000	150	3.000
Cobre	4.300	75	1.500
Chumbo	840	15	300
Mercúrio	57	0,85	17
Molibdênio	75	0,90	18
Níquel	420	21	420
Selênio	100	5,0	100
Zinco	7.500	140	2.800

10.5 Adubos verdes

As leguminosas incorporam o nitrogênio do ar atmosférico ao solo através da fixação simbiótica. A produção de massa vegetal chega a conter de 16 a 25 kg/ha de N por tonelada de matéria seca, dos quais uma cultura subseqüente pode aproveitar de 10 a 50%. Dependendo das condições edafoclimáticas, a decomposição do material vegetal incorporado pode-se dar rapidamente, com perdas do nitrogênio por lixiviação, anteriores ao período de necessidade máxima da cultura subseqüente.

As leguminosas em rotação de culturas incorporam nitrogênio ao sistema, reduzindo as necessidades nas adubações.

10.6. Adubos organominerais

Tais adubos, de acordo com a legislação, precisam conter no mínimo 25% de matéria orgânica total na fórmula. A adição de matéria orgânica humificada à formulação mineral proporciona várias vantagens à mistura como: diminuir a

fixação de P pela fração coloidal do solo; reter cátions, principalmente o K da fórmula; fornecer os macro- e micronutrientes contidos na matéria orgânica empregada na formulação e diminuir as perdas de nitrogênio pela lixiviação por apresentar uma solubilidade mais lenta. Além disso, os adubos organominerais, em geral diminuem o índice salino da mistura e apresentam menor empedramento que as formulações minerais quando ensacados. Esses adubos também possuem maior friabilidade, proporcionando distribuição mais uniforme no solo. Constituem-se numa excelente alternativa para a reciclagem de resíduos urbanos na agricultura.

Ronaldo S. Berton
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

11. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE PLANTAS E DIAGNOSE FOLIAR

As plantas têm aproximadamente 5% de nutrientes minerais na matéria seca, mas há grandes diferenças entre espécies e, além disso, as quantidades totais exigidas por uma cultura dependem da produtividade. Assim, é importante conhecer o conteúdo em nutrientes das plantas, principalmente da parte colhida, para poder avaliar a remoção de nutrientes da área de cultivo. Também é importante avaliar se o estado nutricional das plantas é adequado, o que pode ser feito pela diagnose foliar. Esses dois assuntos são tratados neste capítulo.

11.1 Composição química das plantas

Para as principais plantas cultivadas, são apresentadas tabelas com a composição química, para os nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, para a planta inteira e a parte colhida, ou apenas para a parte colhida de culturas perenes. Em ambos os casos, os valores referem-se sempre a uma tonelada de produto colhido.

As informações fornecidas nesta publicação permitem confrontar as adubações com as extrações e exportações de nutrientes pelas culturas e preparar balanços nutricionais, que podem ser úteis, juntamente com outras informações, para redirecionar as adubações.

Deve-se lembrar que as quantidades de nutrientes necessárias para as recomendações econômicas de adubação não dependem apenas da reposição do que é exportado pelas colheitas. No desenvolvimento das culturas, quantidades importantes de nutrientes são necessárias à formação da parte vegetativa das plantas e para órgãos que concentram nutrientes, tais como frutos e grãos, raízes e tubérculos, etc. Além disso, há a interação dos nutrientes com o solo, como fixação ou lixiviação, entre outros processos. Resulta, assim, um sistema complexo, em que a composição química da parte aérea das plantas é apenas um dos componentes.

De qualquer forma, a composição química das plantas pode ser uma indicação útil, desde que não seja usada isoladamente como critério de recomendação de fertilizantes.

11.2 Diagnose foliar

A folha é o órgão da planta na qual as alterações fisiológicas, em razão de distúrbios nutricionais, tornam-se mais evidentes, Por essa razão, quase sempre os diagnósticos nutricionais das plantas são feitos através das folhas, pela técnica que, de forma ampla, denomina-se diagnose foliar.

A diagnose foliar pode ser feita através da observação visual de sintomas de distúrbios nutricionais (diagnose visual) ou através de procedimentos mais sofisticados, envolvendo, por exemplo, a análise química das folhas. A diagnose visual é possível apenas quando os sintomas de deficiência ou excesso se manifestam visualmente. Nesse estágio, muitas vezes é inevitável a perda de produção.

A diagnose foliar, via análise química, permite a avaliação do estado nutricional, isto é, permite identificar o nível de comprometimento da produtividade, em função da situação nutricional, principalmente em casos extremos.

A interpretação correta dos resultados de uma análise depende de muita experimentação para o estabelecimento de índices de calibração que reflitam o estado nutricional das plantas. Na prática, os critérios para isso variam bastante, mas tem havido acúmulo de informações na literatura mundial, em geral reproduzidas de uma publicação para outra, com acréscimo de informações regionais. No caso desta publicação, foram utilizados limites de teores da literatura e do próprio acervo de dados do Instituto Agronômico.

Geralmente se estabelecem um ou mais níveis críticos ou faixas de concentração que permitem definir se a concentração do nutriente é adequada, deficiente ou excessiva. Neste Boletim Técnico, são apresentadas faixas de teores considerados adequados.

A composição das folhas é afetada por diversos fatores. Para que a interpretação dos resultados não seja prejudicada é essencial a padronização da amostragem. Além disso, contaminações por pulverizações podem prejudicar a interpretação. Para a diagnose de micronutrientes em folhas, não devem ser feitas aplicações foliares no período do ano agrícola que antecede à amostragem de folhas.

Para diversos grupos de culturas, são apresentadas as tabelas de interpretação, visando servir de subsídio para o acompanhamento dos resultados da adubação. Os resultados são usados para a recomendação quantitativa de fertilizantes apenas para nitrogênio em algumas culturas perenes. Nos demais casos, a diagnose foliar é usada para avaliar se as adubações estão sendo adequadas e ela pode ser usada para alterar as rotinas de adubação.

A interpretação correta da análise química das plantas está associada principalmente à amostragem e cuidados no envio do material para o laboratório. Os procedimentos de amostragem são apresentados para cada cultura. No caso de possíveis distúrbios nutricionais, retirar amostras pareadas, ou seja, uma amostra de plantas afetadas e outra de plantas sadias. No caso de plantas ainda não contempladas com recomendações de amostragem e interpretação, seguir as indicações para plantas que mais se assemelham, retirando folhas recém-maduras.

Enviar as amostras em sacos de papel, evitando que o material demore mais de 48 horas entre a coleta e o processamento no laboratório. Se houver necessidade, as folhas podem ser armazenadas em geladeira por algum tempo até completar a amostragem. Esse tempo, entretanto, não pode ser muito longo, para evitar a deterioração do material.

Os limites de interpretação para a diagnose foliar basearam-se nos dados de arquivo da Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas e em vários livros, destacando-se:

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION. **IFA World fertilizer use manual**. Paris, IFA, 1992. 632p.

JONES Jr., J.B.; WOLF, B. & MILLS, H.A. **Plant analysis habdbook.** Athens, Micro-Macro, 1991. 213p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** Piracicaba, POTAFÓS. 1989. 201p.

MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J. & GAUTIER, P. **Plant analysis:** as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. New York, Lavoisier, 1987. 722p.

Ondino Cleante Bataglia
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-IAC

12. IMPLEMENTAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES

Uma das etapas críticas da adubação é a sua implementação. Ao número muito grande de recomendações derivadas das tabelas de adubação, contrapõem-se a existência de grande diversidade de insumos. Resulta que a conciliação entre as quantidades recomendadas de nutrientes e as efetivamente aplicadas em geral não é fácil. Contudo, considerando que a adubação não precisa ser feita com grande precisão, pode-se chegar a implementações práticas muito mais simples do que se imagina. Serão discutidos os casos dos adubos simples, das fórmulas NPK e da aplicação de enxofre e de micronutrientes.

12.1 Adubos simples

No caso de adubos simples, a quantidade a aplicar é calculada multiplicando a dose recomendada do nutriente por 100 e dividindo pelo teor do nutriente, em porcentagem, no adubo escolhido.

Como exemplo, considere-se a adubação, em kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O, de 20-130-70. Pretende-se utilizar os seguintes fertilizantes: sulfato de amônio (20% de N); superfosfato triplo (41% de P_2O_5) e cloreto de potássio (58% de K_2O). As quantidades a aplicar serão as seguintes (arredondando em dezenas):

sulfato de amônio - 100 kg/ha
superfosfato triplo - 320 kg/ha
cloreto de potássio - 120 kg/ha

12.2 Fórmulas NPK

Para utilizar fórmulas NPK, o primeiro passo é estabelecer a relação aproximada de nutrientes e procurar uma fórmula com a mesma relação ou próxima. No exemplo dado acima, a relação 1-6-3 é bastante próxima, sendo representada, como uma opção possível, pela fórmula 5-30-15.

A quantidade necessária é encontrada multiplicando a soma dos nutrientes recomendados por 100 e dividindo pela soma dos nutrientes da fórmula. Para atender a recomendação de 20 kg/ha de N, 130 kg/ha de P_2O_5 e 70 kg/ha de K_2O, o cálculo é o seguinte:

$$\frac{(20 + 130 + 70) \times 100}{(5 + 30 + 15)} = \frac{220 \times 100}{50} = 440 \text{ kg/ha}$$

Para conferir as quantidades de nutrientes que serão aplicadas com 440 kg/ha da fórmula 5-30-15, multiplicar o teor de cada nutriente na fórmula pela quantidade correspondente e dividir por 100. Obtém-se 22 kg/ha de N, 132 kg/ha de P_2O_5 e 66 kg/ha de K_2O, muito próximas das recomendadas.

12.3 Adição de enxofre e de micronutrientes

A adição de enxofre pode ser feita por adubos simples ou fórmulas. Nos dois casos, é necessário conhecer a recomendação de S e o teor do nutriente contido no adubo, e o cálculo é similar ao mostrado para N, P e K. Exemplificando com o caso acima, a adição de 100 kg/ha de sulfato de amônio (22% de S), resulta na aplicação de 22 kg/ha de S.

No caso dos micronutrientes para adição ao solo, as necessidades em adubos simples é também feita por cálculo similar ao mostrado para NPK. Para aplicação em formulações NPK, é preciso calcular o teor aproximado que a fórmula deve conter dos micronutrientes. Suponha-se que a adubação acima - 440 kg/ha de 5-30-15 - necessite carrear para o solo 1 kg/ha de B e 2 kg/ha de Zn.

Para determinar o teor desses nutrientes, contidos na fórmula, multiplicar a quantidade necessária por 100 e dividir pela quantidade da fórmula que será aplicada. Resulta em 0,23% de B e 0,45% de Zn. Ou seja, a fórmula deve conter em torno de 0,25% de B e 0,5% de Zn.

12.4 Modos e épocas de aplicação

As tabelas, em geral, indicam épocas e modos de aplicação de corretivos e fertilizantes. O modo de aplicação também é discutido nos capítulos que tratam da correção do solo e dos diferentes nutrientes. Aqui será feita uma discussão resumindo os aspectos mais importantes.

O calcário deve ser incorporado ao solo com a maior antecedência possível ao plantio, para melhor reação do corretivo. É importante um bom contato do calcário com o solo e, para isso, recomenda-se a pré-incorporação com grade e depois a aração profunda ou aplicar metade antes da aração e metade depois, para incorporação com gradagem. A incorporação profunda também é importante. Não é aconselhável a incorporação rasa, com grade, principalmente em solos que estão sendo corrigidos pela primeira vez, pois pode resultar em excesso de calagem próximo à superfície do solo, acarretar deficiências de micronutrientes e limitar o aprofundamento do sistema radicular.

Em culturas perenes formadas ou em sistemas de plantio direto, nos quais não vai ser feita a aração, o calcário deve ser aplicado em área total e, quando possível, em quantidades maiores nas partes adubadas do terreno. Se possível, incorporar levemente com grade, sem danificar as raízes das plantas. É importante lembrar que é preciso incorporar muito bem o calcário na formação de culturas perenes ou no início de sistemas de produção em plantio direto, já que aplicações superficiais atuam lentamente nas camadas mais profundas do solo e um solo mal corrigido no início comprometerá a produtividade por muito tempo.

A adubação, em culturas anuais, é aplicada 5 cm ao lado e abaixo das sementes. Normalmente se aplica pouco nitrogênio, quantidades altas de P e moderadas de K, dependendo da análise de solo. Aplicações elevadas de cloreto de potássio no sulco de plantio podem causar dano às plantas, pelo alto índice salino desse adubo. Cabe ressaltar a importância da aplicação localizada do fósforo, principalmente em solos com teores baixos do nutriente. Nesses casos, a fonte deve ter predominância de fósforo solúvel em água. Fosfatos insolúveis em água são mais eficientes em mistura com o solo e em condições de maior acidez. Embora não se recomende, nas tabelas, a adubação fosfatada corretiva pode ser feita quando se pretende, no primeiro ano, alta produtividade em solos muito deficientes em fósforo. Isso não será conseguido apenas com a adubação no sulco de plantio, havendo a necessidade de incorporação prévia de P no solo, em área total.

O nitrogênio de qualquer fonte aplicada ao solo, converte-se rapidamente em nitrato, forma extremamente móvel, sujeita a perdas por lixiviação, em períodos do ano em que o regime hídrico favorece a percolação do excesso de água. Por essa razão, a adubação nitrogenada é feita normalmente em cober-

tura após o plantio de culturas anuais, em épocas nas quais as plantas já possuem sistema radicular bem desenvolvido, portanto, em condições de absorver rapidamente as formas minerais do nutriente. Em culturas perenes, a aplicação é parcelada em várias vezes, com mais aplicações em solos de textura mais leve.

Há uma tendência, para algumas culturas, de parte do potássio ser aplicado em cobertura. Esse adubo não se movimenta com facilidade no solo e, assim, a cobertura será mais eficiente se as aplicações forem bastante elevadas e de forma localizada no terreno, ou se a adubação for acompanhada de uma operação que enterre o adubo. Em solos argilosos e deficientes, é preferível fazer a incorporação de potássio antes do plantio. Em plantas perenes, a tendência é aplicar os três nutrientes parceladamente, mas pode-se aplicar o fósforo de uma só vez no início das águas, e também o potássio, mantendo apenas o parcelamento do nitrogênio. Isso resulta em diversas opções que flexibilizam a prática da adubação.

Os micronutrientes como boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco podem ser aplicados ao solo, através de diferentes fontes. A aplicação foliar é adequada para corrigir problemas de deficiências durante o ciclo da cultura. O boro pode, também, ser aplicado em cobertura e o molibdênio, juntamente com as sementes.

12.5 Fórmulas NPK com o Sistema Internacional de Unidades

Será mostrado o mesmo exemplo dado em 12.2. Neste caso, não é utilizada a representação de fósforo e potássio em termos de óxidos, empregando-se diretamente os teores dos nutrientes. Assim, usando a representação dos teores dos nutrientes, dentro do novo sistema de unidades, resulta a seguinte recomendação, em termos de kg/ha de N, P e K: 20-57-58.

A fórmula correspondente a 5-30-15, com o Sistema Internacional de Unidades é, então, 50-130-120, arredondando para dezenas e lembrando que os teores dos nutrientes são dados em g/kg.

O cálculo das quantidades é feito como no exemplo acima, com a diferença do fator 1.000 ao invés de 100. Resulta:

$$\frac{(20 + 57 + 58) \times 1000}{(50 + 130 + 120)} = \frac{135 \times 1000}{300} = 450 \text{ kg/ha}$$

A diferença de 10 kg/ha deve-se ao arrendondamento de números.

As quantidades dos nutrientes, aplicadas com 450 kg/ha da fórmula 50-130-120 são obtidas multiplicando o teor de cada nutriente pela quantidade da fórmula e dividindo por 1.000. Resulta 23 kg/ha de N, 59 kg/ha de P e 59 kg/ha de K. Compare-se com a recomendação, no novo sistema de unidades, de 20-57-58.

A escolha de fórmulas ou mesmo o cálculo das quantidades de adubos simples a aplicar envolvem cálculos simples, porém tediosos. É importante que sejam feitos por computador.

12.6 Apresentação de resultados e recomendações

A figura 12.1 apresenta o formulário básico para resultados de análise de solo, recomendações de calagem e adubação e um balanço nutricional. Este formulário poderá ser personalizado. Como a tendência será o preenchimento por computador, é preciso atenção nos detalhes. Os resultados devem ser dados nas unidades apropriadas.

Para a recomendação de calagem e adubação, é preciso definir a cultura, inclusive código (a ser fornecido pelo laboratório), a faixa de produtividade esperada e, quando for o caso, a classe de resposta esperada a N. As recomendações de adubação poderão ser em kg/ha, g/planta ou g/metro linear.

O balanço nutricional informa os valores de N, P, K e S indicados na adubação, a quantidade prevista de remoção pelas colheitas e a diferença entre esses dois valores, constituindo o balanço.

Em seguida, virão as descrições pertinentes às recomendações, tais como época de aplicação, cuidados etc.

O programa de computador, se utilizado, fará a escolha de adubos, de relação previamente inserida no computador, e calculará as quantidades a usar e até o custo. Será possível, também, deduzir da adubação mineral os nutrientes a serem aplicados em adubação orgânica.

Proprietário:
Propriedade:
Município: U.F.:
Gleba:
Ident. Amostra:

Amostra nº: Cód. Cliente: Data emissão:

RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO											
M.O. Matéria Orgânica	**P** Fósforo Resina	**pH** Solução $CaCl_2$	**K** Potássio	**Ca** Cálcio	**Mg** Magnésio	**Na** Sódio	**Al** Alumínio	**S.B.** Soma de Bases	**H + Al** Ac. Potencial	**CTC** Cap. Troca Cat.	**V** Sat. Bases
g/dm^3	mg/dm^3		$mmol_c/dm^3$								%
S Enxofre	**B** Boro	**Cu** Cobre	**Fe** Ferro	**Mn** Manganês	**Zn** Zinco			**C.E.** Cond. Eletr.	**Argila**		
mg/dm^3								dS/m	g/dm^3		

MÉTODOS: P - resina; B - água quente; Cu, Fe, Mn, Zn - DTPA.

RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM E ADUBAÇÃO											
Código da cultura		Nome da cultura			Produtividade esperada:			Resposta esperada a N:			
Calcário PRNT 100 t/ha	ADUBAÇÃO BÁSICA							ADUB. DE COBERTURA		Adubação expressa em:	
	N	P_2O_5	K_2O	S	B	Cu	Mn	Zn	N	K_2O	

BALANÇO NUTRICIONAL											
N (kg/ha)			P_2O_5 (kg/ha)			K_2O (kg/ha)			S (kg/ha)		
Adubação	Exportação	Balanço	Adubação	Exportação	Balanço	Adubação	Exportação	Balanço	Adubação	Exportação	Balanço

Figura 12.1 Formulário para resultados de análise de solo e recomendação de calagem e adubação

13. CEREAIS

Página

13. CEREAIS

Heitor Cantarella e *Bernardo van Raij*
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

Carlos Eduardo de Oliveira Camargo
Seção de Cereais - IAC

13.1 Informações gerais

Os cereais têm enorme importância entre as principais culturas alimentares do mundo, sendo responsáveis por mais da metade do consumo de fertilizantes. Caracterizam-se por grande resposta a nitrogênio, que se tornou possível, em parte, graças aos avanços da genética e melhoramento vegetal, aplicados a arroz, trigo e milho. O consumo de potássio pelas plantas é igualmente alto, mas, ao contrário do nitrogênio, grande parte do elemento é devolvido ao solo após as colheitas. Essas características, de altas exigências em nitrogênio e elevada reciclagem de potássio, são favoráveis à rotação com culturas leguminosas, que se beneficiam também das relações C/N contrastantes, baixa em leguminosas e alta em gramíneas, contribuindo para a melhoria da qualidade da matéria orgânica do solo.

Os principais cereais cultivados no Brasil, como o milho, o arroz e o trigo, têm comportamento bem característico frente à acidez do solo, sendo o arroz muito tolerante e o trigo e milho apresentando amplas diferenças varietais, o que permite opções de acordo com a acidez dos solos. O milho e, particularmente, o arroz, são culturas bastante suscetíveis à deficiência de zinco.

13.2 Composição química, amostragem de folhas e diagnose foliar

O quadro 13.1 apresenta os teores de N, P, K e S nas culturas e as faixas de produtividades mais comuns no Estado de São Paulo.

Quadro 13.1. Teores dos macronutrientes em cereais, na planta inteira e nos grãos, por tonelada de produto colhido

Cultura	Planta inteira				Parte colhida (grãos)			
	N	P	K	S	N	P	K	S
	kg/t de grãos				kg/t de grãos			
Arroz	22	4	25	2,2	12	3	3	0,7
Aveia	27	4	24	2,3	20	3	7	1,0
Centeio	26	4	25	2,3	22	3	5	1,0
Cevada	25	4	24	2,0	20	3	7	1,0
Milho	28	5	18	2,6	17	4	5	1,2
Sorgo	30	6	23	2,7	17	4	5	1,2
Trigo	29	6	23	2,3	23	5	5	1,0
Triticale	25	4	24	2,1	21	3	6	1,0

Quadro 13.2. Instruções para amostragem de folhas de cereais

Cultura	Descrição da amostragem
Arroz	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo 50 folhas.
Aveia	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo de 50 folhas.
Centeio	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo de 50 folhas.
Cevada	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo de 50 folhas.
Milho	Terço central da folha da base da espiga, na fase de pendoamento (50% das plantas pendoadas).
Sorgo	Folha + 4 ou quarta folha com a bainha visível, contada a partir do ápice, no florescimento.
Trigo	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo de 50 folhas.
Triticale	Folha bandeira, coletada no início do florescimento. Mínimo de 50 folhas.

Para o arroz e os cereais de inverno, considera-se o início do florescimento, para fins de coleta de folhas, quando 50% das flores estiverem visíveis.

No quadro 13.2 são descritas as amostragens de folhas para os cereais e o quadro 13.3 indica as faixas de interpretação de teores de macro- e micronutrientes nessas mesmas folhas. Para os cereais de inverno, as recomendações de amostragem foliar não são uniformes: em alguns países a parte aérea é coletada e, em outros, as folhas bandeiras ou as duas imediatamente abaixo destas.

Quadro 13.3. Faixas de teores adequados de macro- e micronutrientes em folhas de cereais

Cultura	Faixas de teores					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Arroz ([1])	27-35	1,8-3,0	13-30	2,5-10,0	1,5-5,0	1,4-3,0
Aveia	20-30	2,0-5,0	15-30	2,5- 5,0	1,5-5,0	1,5-4,0
Centeio	25-35	2,0-5,0	19-23	2,5- 6,0	1,5-5,0	1,5-5,0
Cevada	17-30	2,0-5,0	15-30	2,5- 6,0	1,5-5,0	1,5-4,0
Milho	27-35	2,0-4,0	17-35	2,5- 8,0	1,5-5,0	1,5-3,0
Sorgo	25-35	2,0-4,0	14-25	2,5- 6,0	1,5-5,0	1,5-3,0
Trigo	20-34	2,1-3,3	15-30	2,5-10,0	1,5-4,0	1,5-3,0
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Arroz	4-25	3-25	70-200	70-400	0,1-0,3	10- 50
Aveia	5-20	5-25	40-150	25-100	0,2-0,3	15- 70
Centeio	5-20	5-25	25-200	14-150	0,2-2,0	15- 70
Cevada	5-20	5-25	25-100	20-100	0,1-0,2	15 -70
Milho	10-25	6-20	30-250	20-200	0,1-0,2	15-100
Sorgo	4-20	5-20	65-100	10-190	0,1-0,3	15- 50
Trigo	5-20	5-25	10-300	25-150	0,3-0,5	20- 70

([1]) Para o arroz irrigado, o teor de silício na palhada em plantas maduras normalmente está acima de 50 g/kg.

13.3 Arroz de sequeiro

Espaçamento: 40 a 50 cm entre linhas, com 50 a 70 sementes por metro linear

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Não aplicar mais de 3 t/ha.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas na seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	15-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1,5-2,5	10	60	40	20	0	40	20	0	0
2,5-4,0	10	80	50	20	0	60	40	20	0

Aplicar 20 kg/ha de S.

Aplicar 3 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 2 kg/ha de Zn quando os teores estiverem de 0,6 a 1,2 mg/dm^3.

Os adubos devem ser aplicados no sulco de plantio, 5 cm ao lado e abaixo das sementes.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar nitrogênio de acordo com a produtividade esperada e a tabela abaixo:

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N	
	1. Alta	2. Média a baixa
t/ha	kg/ha de N	
1-2,5	40	20
2,5-4,0	60	40

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solo de boa fertilidade mas cultivado continuamente com gramíneas (milho, arroz, sorgo, trigo etc); solos muito arenosos; áreas irrigadas por aspersão.

2. Média a baixa resposta esperada: solos cultivados com leguminosas ou adubo verde; solos em pousio por longos períodos ou áreas recém-abertas e que receberam calcário recentemente.

Aplicar o nitrogênio aos 30-40 dias após a emergência das plantas ou na fase de início da diferenciação da panícula. Em solos arenosos e para as doses mais altas de N, pode-se fazer dois parcelamentos: o primeiro cerca de 30 dias após a emergência e o segundo 20 dias depois.

Heitor Cantarella e Pedro R. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.4 Arroz irrigado

Espaçamento: 30 cm entre linhas, com 90 a 100 sementes por metro linear; ou a lanço com 120 a 150 kg/ha de sementes; ou 3 a 5 mudas por cova, espaçadas de 0,20 x 0,30 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Não aplicar mais de 3 t/ha de calcário.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas na tabela seguinte:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	15-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
2-4	10	60	40	20	0	60	40	20	0
4-6	20	70	50	30	0	80	50	30	0
6-8	30	80	60	30	20	100	70	40	20

Aplicar 10 kg/ha de S.

Aplicar 5 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 3 kg/ha de Zn quando os teores estiverem de 0,6 a 1,2 mg/dm^3.

A adubação pode ser aplicada no sulco de plantio - especialmente quando o estabelecimento da cultura for feito em condições de sequeiro - antes da inundação, ou a lanço seguido de incorporação. Não aplicar mais que 60 kg/ha de K_2O no sulco de plantio.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar nitrogênio de acordo com a meta de produtividade e a tabela abaixo:

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N	
	Alta([1])	Média a baixa([2])
t/ha	kg/ha de N	
2-4	60	40
4-6	80	50
6-8	100	70

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos de textura média; solos permeáveis; solos com sistematização e camada de água irregular.

2. Média a baixa: solos argilosos, bem sistematizados, aos quais foram incorporadas, com antecedência, grandes quantidades de matéria orgânica de resíduo vegetal; solos com manejo adequado de água.

Parcelar o N de cobertura em duas vezes, aplicando metade na fase de perfilhamento (cerca de 30 dias após a semeadura) e metade no início da diferenciação da panícula (ponto de algodão). O N de cobertura pode ser aplicado somente no início da diferenciação da panícula quando as doses forem iguais ou menores que 60 kg/ha de N e a cultura apresentar bom desenvolvimento inicial e perfilhamento.

Não empregar adubos contendo N nítrico pouco antes ou após a inundação do terreno. O uso de sulfato de amônio em doses altas (acima de 80 kg/ha) pode, em alguns casos, em solos com teores altos de matéria orgânica e longos períodos de inundação, provocar toxicidade às plantas por gás sulfídrico.

Se for viável, drenar o terreno antes da aplicação das coberturas de N e reinundar dois dias depois, para favorecer a incorporação do fertilizante nitrogenado e aumentar sua eficiência de uso.

Heitor Cantarella e Pedro R. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.5 Aveia, centeio

Espaçamento: 17 cm entre linhas, com 40 a 60 sementes viáveis por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% para aveia branca e 50% para aveia preta e centeio, e o magnésio a um teor mínimo de 5 mmol$_c$/dm^3. O efeito da calagem depende da aplicação e incorporação do calcário com antecedência; assim, é recomendável realizar essa operação antes da cultura de verão. Não ultrapassar 4 t/ha de calcário por ano.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1-2	20	80	50	30	20	40	30	20	10
2-3	30	90	60	40	20	60	40	20	10

Aplicar 10 kg/ha de S.

Em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3, aplicar 3 kg/ha de Zn. Aplicar 1,0 kg/ha de B em solos com teores de B (água quente) inferiores a 0,21 mg/dm^3.

Adubação de cobertura: Aplicar o nitrogênio em cobertura, de acordo com a classe de resposta e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N		
	Alta(1)	Média(2)	Baixa(3)
t/ha	kg/ha de N		
1-2	20	0	0
2-3	40	20	0

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, cultivados anteriormente com gramíneas (arroz, milho, sorgo); solos arenosos, primeiros anos de plantio direto.

2. Média resposta esperada: solo em pousio por um ano, cultivo anterior com leguminosa (soja).

3. Baixa resposta esperada: cultivo intenso de leguminosas, especialmente soja de alta produtividade ou plantio de adubos verdes.

O nitrogênio deve ser aplicado cerca de 30-40 dias após a emergência. Em anos secos, o potencial de produtividade é menor e a adubação com N, em cobertura, pode não ser eficiente.

Carlos Eduardo de Oliveira Camargo e José Guilherme de Freitas
Seção de Cereais - IAC

Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.6 Cevada

Espaçamento: 17 cm entre linhas, com 50 a 60 sementes viáveis por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. O efeito da calagem depende da aplicação e incorporação do calcário com antecedência; assim, é recomendável realizar essa operação antes da cultura de verão. Não ultrapassar 4 t/ha de calcário por ano.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1-2	20	80	50	30	20	40	30	20	10
2-3	30	90	60	40	20	60	40	20	10

Aplicar 10 kg/ha de S.

Em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3, aplicar 3 kg/ha de Zn. Aplicar 1,0 kg/ha de B em solos com teores de B (água quente) inferiores a 0,21 mg/dm^3.

Adubação de cobertura: Aplicar o nitrogênio em cobertura de acordo com a classe de resposta e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N		
	Alta([1])	Média([2])	Baixa([3])
t/ha	kg/ha de N		
1-2	20	0	0
2-3	30	0	0

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, cultivados anteriormente com gramíneas (arroz, milho, sorgo); solos arenosos, primeiros anos de plantio direto.

2. Média resposta esperada: solo em pousio por um ano, cultivo anterior com leguminosa (soja).

3. Baixa resposta esperada: cultivo intenso de leguminosas, especialmente soja de alta produtividade ou plantio de adubos verdes.

O nitrogênio deve ser aplicado cerca de 30-40 dias após a emergência. Em anos secos, o potencial de produtividade é menor e a adubação com N em cobertura pode não ser eficiente.

A cevada para uso na indústria cervejeira deve ter baixo teor de proteína nos grãos. Assim, não são aconselháveis aplicações tardias de N (após 30 dias) ou cobertura com esse nutriente quando a planta apresentar indícios de que está bem suprida (crescimento vegetativo vigoroso, folhas com tonalidade verde-escura).

Carlos Eduardo de Oliveira Camargo e José Guilherme de Freitas
Seção de Cereais - IAC

Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.7. Milho para grãos e silagem

Espaçamento - *para a produção de grãos e silagem:* 0,80 a 0,90 m entre linhas com 5 plantas por metro de linha.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Em solos com teores de matéria orgânica acima de 50 g/dm^3, basta elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha (2)			
2- 4	10	60	40	30	20	50	40	30	0
4- 6	20	80	60	40	30	50	50	40	20
6- 8	30	90	70	50	30	50	50	50	30
8-10	30	(1)	90	60	40	50	50	50	40
10-12	30	(1)	100	70	50	50	50	50	50

(1) É improvável a obtenção de alta produtividade de milho em solos com teores muito baixos de P, independentemente da dose de adubo empregada. (2) Para evitar excesso de sais, no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K_2O está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura.

Aplicar 20 kg/ha de S para metas de produtividade até 6 t/ha de grãos e 40 kg/ha de S para produtividades maiores.

Utilizar 4 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 2 kg/ha de Zn quando os teores estiverem entre 0,6 e 1,2 mg/dm^3.

Os adubos devem ser aplicados no sulco de plantio, 5 cm ao lado e abaixo das sementes.

Adubação mineral de cobertura: Deve ser aplicada levando em conta a classe de resposta esperada a nitrogênio, o teor de potássio no solo e a produtividade esperada, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Classe de resposta a nitrogênio			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	1. Alta	2. Média	3. Baixa	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0
t/ha	N, kg/ha			K_2O, kg/ha		
2- 4	40	20	10	0	0	0
4- 6	60	40	20	20	0	0
6- 8	90	60	40	60	20	0
8-10	120	90	50	90(1)	60	20
10-12	140	110	70	110(1)	80(1)	40

(1) Em solos argilosos, o K aplicado em cobertura pode não ser eficiente. Assim, principalmente nesses solos, quando os teores de K forem muito baixos ou baixos (<1,5 $mmol_c/dm^3$) e as doses recomendadas em cobertura, iguais ou superiores a 80 kg/ha de K_2O, é aconselhável transferir a adubação potássica de cobertura para a fase de pré-plantio, aplicando o fertilizante a lanço e incorporando-o ao solo. Nesse caso, acrescentar mais 20 kg/ha de K_2O à dose recomendada.

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de milho ou outras culturas não-leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos sujeitos a altas perdas por lixiviação.

2. Média resposta esperada: solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano; ou uso de quantidades moderadas de adubos orgânicos.

3. Baixa resposta esperada: solo em pousio por dois ou mais anos, ou cultivo de milho após pastagem (exceto em solos arenosos); cultivo intenso de leguminosas ou plantio de adubos verdes antes do milho; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Aplicar o nitrogênio ao lado das plantas, com 6 a 8 folhas totalmente desdobradas (25-30 dias após a germinação), em quantidades até de 80 kg/ha e o restante cerca de 15-20 dias depois. Aplicar o potássio juntamente com a primeira cobertura de nitrogênio, pois aplicações tardias desse elemento são pouco eficientes.

Em áreas irrigadas, o N pode ser parcelado em três ou mais vezes, até o florescimento, e aplicado com a água de irrigação.

As doses de N podem ser reduzidas em condições climáticas desfavoráveis, baixo estande ou em lavouras com grande crescimento vegetativo.

Milho para silagem

Em razão da colheita de toda a parte aérea da planta, o milho para silagem remove grandes quantidades de nutrientes do terreno (vide quadro 13.1), principalmente de potássio. Assim, as recomendações de potássio para milho silagem são maiores que aquelas adotadas para a produção de grãos. **Para os demais nutrientes, inclusive micronutrientes, as recomendações são as mesmas.**

Adubação potássica de plantio: Recomenda-se a aplicação desse nutriente, juntamente com as doses de N e P indicadas para grãos de milho, levando em conta a produtividade esperada e a análise do solo, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada (matéria seca)	K⁺ trocável, mmol$_c$/dm^3			
	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	K_2O, kg/ha			
4- 8	60	60	40	20
8-12	60	60	60	40
12-16	60	60	60	60
16-20	60	60	60	60

Adubação potássica de cobertura: Aplicar, em função da produtividade esperada e da análise do solo, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada (matéria seca)	K⁺ trocável, mmol$_c$/dm^3			
	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	K_2O, kg/ha			
4- 8	20	0	0	0
8-12	60	20	0	0
12-16	100([1])	60	40	0
16-20	160([1])	100([1])	60	20

([1]) Em solos argilosos, o K aplicado em cobertura pode não ser eficiente. Assim, principalmente nesses solos, quando os teores de K forem muito baixos ou baixos (<1,5 mmol$_c$/dm^3) e as doses recomendadas em cobertura, iguais ou superiores a 100 kg/ha de K_2O, é aconselhável transferir a adubação potássica de cobertura para a fase de pré-plantio, aplicando o fertilizante a lanço e incorporando-o ao solo. Nesse caso, acrescentar mais 20 kg/ha de K_2O à dose recomendada.

A aplicação do potássio em cobertura deve ser feita até 30 dias após a germinação, junto com a adubação nitrogenada de cobertura recomendada para a produção de grãos. Aplicações tardias desse nutriente são pouco efetivas.

As produtividades esperadas de matéria seca e matéria fresca da parte aérea, correspondentes à produção de grãos são:

Grãos	Matéria seca da parte aérea	Matéria fresca da parte aérea([1])
	t/ha	
2- 4	4- 8	13-26
4- 6	8-12	26-39
6- 8	12-16	39-52
8-10	16-20	52-65

([1]) Com 31% de matéria seca.

Em solos cultivados seguidamente com milho para a produção de silagem, recomenda-se nova análise do solo após a colheita, a fim de melhor dimensionar a adubação para a cultura subseqüente.

Bernardo van Raij e Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.8 Milho "safrinha"

O milho "safrinha" é semeado entre os meses de janeiro e abril, sem irrigação, como opção de cultura para o outono-inverno. Nessa época, o potencial de produtividade é menor e há maiores riscos em virtude de pouca disponibilidade de água e baixa temperatura. Assim, recomenda-se o plantio do milho safrinha em solos de boa fertilidade que exigem menores investimentos.

Espaçamento - ***para a produção de grãos:*** 0,90 m entre linhas, com 3 a 4 plantas por metro de linha.

Calagem: recomenda-se fazer o plantio em solos corrigidos (V% ≥ 50%) uma vez que não há tempo para a correção do solo com calcário, o que deve ser feito antes da cultura de verão.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
2-3	30	50	30	10	0	40	30	20	0
3-4	30	60	40	20	10	50	40	30	10
4-6	30	-([1])	60	40	30	-([1])	50	40	20

([1]) É pouco provável que esse nível de produtividade seja atingido em solos com teores muito baixos de P e K. Para as doses de K recomendadas não é necessário o parcelamento desse nutriente em cobertura.

A dose de N recomendada para o plantio permite dispensar aplicações de N em cobertura para produtividades até 3 t/ha. Opcionalmente, pode-se reduzir a quantidade de N no plantio e acrescentar a diferença à dose em cobertura, porém, devido ao risco de seca, esse parcelamento pode não ser vantajoso.

Adubação de cobertura: Aplicar no estádio de 6 a 8 folhas totalmente desdobradas (cerca de 30 dias após a germinação), levando em conta a classe de resposta a N e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N	
	Média([1])	Baixa([2])
t/ha	N, kg/ha	
2-3	0	0
3-4	20	10
4-6	30	20

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Média resposta esperada: milho após outra gramínea no verão, ou em solos arenosos.

2. Baixa resposta esperada: milho após soja ou outra leguminosa no verão.

Aildson Pereira Duarte
Estação Experimental de Assis - IAC
Heitor Cantarella e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.9 Milho pipoca

Espaçamento: 0,80 m entre linhas, com 5 plantas por metro.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Em solos com teores de matéria orgânica acima de 50 g/dm^3, basta elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha[1]			
2-4	20	80	60	40	30	50	50	40	20
4-6	20	90	70	50	30	50	50	40	30

[1] Para evitar excesso de sais no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K_2O está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura.

Aplicar 20 kg/ha de S com a adubação de plantio.

Aplicar 4 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 2 kg/ha de Zn quando os teores estiverem de 0,6 a 1,2 mg/dm^3.

Os adubos devem ser aplicados, no sulco de plantio, 5 cm ao lado e abaixo das sementes.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, levando em conta a classe de resposta esperada a nitrogênio, o teor de potássio no solo e a produtividade esperada, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Classe de resposta a nitrogênio			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$	
	1. Alta	2. Média	3. Baixa	0-0,7	>0,8
t/ha	N, kg/ha			K_2O, kg/ha	
2-4	60	40	20	20	0
4-6	100	70	40	40	0

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de milho ou outras culturas não-leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos sujeitos a altas perdas por lixiviação.

2. Média resposta esperada: solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano; ou uso de quantidades moderadas de adubos orgânicos.

3. Baixa resposta esperada: solo em pousio por dois ou mais anos, ou cultivo de milho após pastagem (exceto em solos arenosos); cultivo intenso de leguminosas ou plantio de adubos verdes antes do milho; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Aplicar o nitrogênio ao lado das plantas, no estádio de 6 a 8 folhas totalmente desdobradas (cerca de 25-30 dias após a germinação). Em solos arenosos, doses iguais ou maiores que 60 kg/ha de N podem ser parceladas em duas vezes, aplicando-se a segunda parte cerca de 15 a 20 dias depois. O potássio deve ser colocado juntamente com a primeira cobertura de nitrogênio.

Em áreas irrigadas, o N pode ser parcelado em 3 ou mais vezes, até o florescimento, e aplicado com a água de irrigação.

As doses de N podem ser reduzidas em condições climáticas desfavoráveis, baixo estande ou em lavouras com grande crescimento vegetativo.

Heitor Cantarella e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

Eduardo Sawazaki
Seção de Cereais - IAC

13.10 Milho verde e milho doce

Espaçamento: 0,9 a 1,0 m entre linhas, com 5 plantas por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Em solos com teores de matéria orgânica acima de 50 g/dm^3, basta elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada de espigas verdes, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha(1)			
4- 8	10	80	60	40	20	50	50	40	0
8-12	20	100	80	40	30	50	50	50	20
12-16	30	110	90	50	30	50	50	50	40
16-20	30	(2)	100	60	40	50	50	50	50

(1) Para evitar excesso de sais no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K_2O está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura. (2) É improvável a obtenção de alta produtividade de milho em solos com teores muito baixos de P, independentemente da dose de adubo empregada.

Aplicar 20 kg/ha de S para produtividade esperada até 12 t/ha de espigas e 40 kg/ha de S para produtividades maiores.

Aplicar 4 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 2 kg/ha de Zn quando os teores estiverem de 0,6 a 1,2 mg/dm^3.

Os adubos devem ser aplicados no sulco de plantio, 5 cm ao lado e abaixo das sementes.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, levando em conta a classe de resposta esperada a nitrogênio, o teor de potássio no solo e a produtividade esperada de espigas, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Classe de resposta a nitrogênio			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	1. Alta	2. Média	3. Baixa	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0
t/ha	N, kg/ha			K_2O, kg/ha		
4- 8	50	30	20	20	-	-
8-12	70	50	20	40	20	-
12-16	120	80	40	60	30	-
16-20	140	100	50	100(1)	80	40

(1) Em solos argilosos, o K aplicado em cobertura pode não ser eficiente. Assim, principalmente nesses solos, quando os teores de K forem muito baixos ou baixos (< 1,5 $mmol_c/dm^3$) e as doses recomendadas em cobertura, iguais ou superiores a 80 kg/ha de K_2O, é aconselhável transferir a adubação potássica de cobertura para a fase de pré-plantio, aplicando o fertilizante a lanço e incorporando-o ao solo. Nesse caso, acrescentar mais 20 kg/ha de K_2O à dose recomendada.

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de milho ou outras culturas não-leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos sujeitos a altas perdas por lixiviação.

2. Média resposta esperada: solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano; ou uso de quantidade moderada de adubos orgânicos.

3. Baixa resposta esperada: solo em pousio por dois ou mais anos, ou cultivo de milho após pastagem (exceto em solos arenosos); cultivo intenso de leguminosas ou plantio de adubos verdes antes do milho; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Aplicar o nitrogênio ao lado das plantas, no estádio de 6 a 8 folhas totalmente desdobradas (cerca de 25-30 dias após a germinação), em quantidades até de 80 kg/ha, e o restante 15 a 20 dias depois. Aplicar o potássio juntamente com a primeira cobertura de nitrogênio. Aplicações tardias de potássio são pouco efetivas.

As doses de N podem ser reduzidas em condições climáticas desfavoráveis, baixo estande ou em lavouras com grande crescimento vegetativo.

Heitor Cantarella e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.11 Sorgo-granífero, forrageiro e vassoura

Espaçamento - *granífero:* 50 a 70 cm entre linhas, com 10 plantas por metro linear; *forrageiro:* 70 a 90 cm entre linhas, com 12 a 15 plantas por metro (150 a 200 plantas por hectare); *vassoura:* 0,9 a 1,0 m entre linhas, com 10 plantas por metro.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio a um teor mínimo de 5 mmol$_c$/dm^3. Em solos com teores de matéria orgânica acima de 50 g/dm^3, basta elevar a saturação por bases a 50%. Se o sorgo for plantado em fevereiro-março, aplicar o calcário antes da cultura de primavera-verão.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Meta de produtividade			Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			
Grãos	Matéria verde	Vassoura		0-6	7-15	15-40	>40
t/ha			N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			
2-4	20-30	1-2	10	60	40	30	20
4-6	30-40	2-4	20	80	60	40	20
6-8	40-60	-	30	90	80	50	30

Meta de produtividade			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3			
Grãos	Matéria verde	Vassoura	0-0,7	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
t/ha			K_2O, kg/ha([1])			
2-4	20-30	1-2	50	40	20	0
4-6	30-40	2-4	50	50	40	20
6-8	40-60	-	50	50	50	30

([1]) Para evitar excesso de sais no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K_2O, está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura.

Aplicar 20 kg/ha de S para produtividade esperada até 6 t/ha de grãos ou 40 t/ha de matéria verde e 40 kg/ha de S para produtividade maior.

Empregar 4 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3 e 2 kg/ha de Zn quando os teores estiverem de 0,6 a 1,2 mg/dm^3.

Os adubos devem ser aplicados no sulco de plantio, 5 cm ao lado e abaixo das sementes.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar nitrogênio e o potássio em cobertura de acordo com a meta de produtividade e a tabela abaixo:

Produtividade esperada			Classe de resposta a N			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
Grãos	Mat. verde	Vassoura	1. alta	2. média	3. baixa	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
t/ha			N, kg/ha			K_2O, kg/ha		
2-4	20-30	1-2	40	20	10	0	0	0
4-6	30-40	2-4	60	40	20	20	0	0
6-8	40-60	-	90	70	40	40	20	0

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de gramíneas ou outras culturas não-leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos sujeitos a altas perdas por lixiviação.

2. Média resposta esperada: solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano; ou uso de quantidade moderada de adubos orgânicos.

3. Baixa resposta esperada: solo em pousio por dois ou mais anos, ou cultivo de sorgo após pastagem (exceto em solos arenosos); cultivo intenso de leguminosas ou plantio de adubos verdes antes do sorgo; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Aplicar o nitrogênio ao lado das plantas 30 dias após a germinação. Doses acima de 60 kg/ha de N podem ser parceladas em duas vezes, especialmente em solos arenosos e plantios precoces, aplicando metade cerca de 30 dias após a germinação e metade, 20 dias depois.

Em plantios tardios de sorgo para grãos ou forragem (fevereiro-março), o potencial de produção é reduzido. É conveniente, neste caso, fazer o plantio após soja ou outra leguminosa. Aumentar a dose de N no plantio para 20 kg/ha e, em condições de seca, dispensar a adubação de cobertura.

Aplicar o potássio em cobertura até 30 dias após a germinação, juntamente com a primeira cobertura de nitrogênio. Em plantios tardios, sem irrigação, a aplicação de potássio em cobertura só será eficiente se houver ocorrência de chuvas.

Heitor Cantarella e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

Eduardo Sawazaki
Seção de Cereais - IAC

13.12 Trigo e triticale de sequeiro

Espaçamento: 17 cm entre linhas, com 60 a 80 sementes viáveis por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% para o trigo e 60% para o triticale; e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Para cultivares de trigo tolerantes à acidez (trigo IAC-24, IAC-120) a correção pode ser feita para V=60%. O efeito da calagem depende da aplicação e incorporação do calcário com antecedência; é recomendável realizar essa operação antes da cultura de verão. Não ultrapassar 4 t/ha de calcário por ano. O triticale, pela tolerância ao Al^{3+} é recomendado para áreas marginais à cultura do trigo (solos ácidos e várzeas bem drenadas em sucessão ao arroz).

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1-2	20	80	50	30	20	40	30	20	10
2-3	30	90	60	40	20	60	40	20	10

Aplicar 10 kg/ha de S.

Em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3, aplicar 3 kg/ha de Zn. Aplicar 1,0 kg/ha de B em solos com teores de B (água quente) inferiores a 0,21 mg/dm^3.

Adubação de cobertura: Aplicar o nitrogênio em cobertura de acordo com a classe de resposta e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N		
	1. Alta	2. Média	3. Baixa
t/ha	N, kg/ha		
1-2	20	0	0
2-3	40	20	0

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: cultivares de porte baixo, plantados em solos corrigidos, cultivados anteriormente com gramíneas (arroz, milho, sorgo); solos arenosos, primeiros anos de plantio direto.

2. Média resposta esperada: solo em pousio por um ano, cultivo anterior com leguminosa (soja).

3. Baixa resposta esperada: cultivo intenso de leguminosas, especialmente soja de alta produtividade ou plantio de adubos verdes; cultivares de porte alto.

O nitrogênio deve ser aplicado cerca de 30-40 dias após a emergência. Em anos secos, o potencial de produtividade é menor e a adubação com N em cobertura pode não ser eficiente.

Carlos Eduardo de Oliveira Camargo e José Guilherme de Freitas
Seção de Cereais - IAC

Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

13.13 Trigo e triticale irrigados

Espaçamento: 17 cm entre linhas, com 60 a 80 sementes viáveis por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% para o trigo e 60% para o triticale, e o magnésio a um teor mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Para cultivares tolerantes à acidez (trigo IAC-24, IAC-120) a correção pode ser feita para V = 60%. O efeito da calagem depende da aplicação e incorporação do calcário com antecedência; assim, é recomendável realizar essa operação antes da cultura de verão. Não ultrapassar 4 t/ha de calcário por ano. O triticale, pela tolerância ao Al^{3+} é recomendado para áreas marginais à cultura do trigo (solos ácidos e várzeas bem drenadas em sucessão ao arroz).

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
2,5-3,5	20	80	60	40	20	60	40	20	10
3,5-5,0	30	90	60	40	20	90([1])	60	40	20

([1]) Doses altas de potássio no sulco de plantio podem provocar redução no estande; recomenda-se manter o solo com umidade adequada até o estabelecimento da cultura. Em solos arenosos, aplicar 60 kg/ha de K_2O no plantio e o restante em cobertura, junto com o N, até 30 dias após a germinação.

Aplicar 20 kg/ha de S.

Em solos com teores de Zn (DTPA) inferiores a 0,6 mg/dm^3, aplicar 3 kg/ha de Zn. Aplicar 1,0 kg/ha de B em solos com teores de B (água quente) inferiores a 0,21 mg/dm^3.

Adubação de cobertura: Aplicar o nitrogênio em cobertura de acordo com a classe de resposta e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	Classe de resposta esperada a N		
	1. Alta	2. Média	3. Baixa
t/ha	N, kg/ha		
2,5-3,5	60	40	20
3,5-5,0	90	50	20

As classes de resposta esperada a nitrogênio têm o seguinte significado:

1. Alta resposta esperada: cultivares de porte baixo, plantados em solos corrigidos, cultivados anteriormente com gramíneas (arroz, milho, sorgo); solos arenosos, primeiros anos de plantio direto.

2. Média resposta esperada: solo em pousio por um ano, cultivo anterior com leguminosa (soja).

3. Baixa resposta esperada: cultivo intenso de leguminosas, especialmente soja de alta produtividade ou plantio de adubos verdes.

Para doses até 40 kg/ha de N, aplicar o fertilizantes 30-40 dias após a emergência. Doses maiores podem ser divididas em duas porções, especialmente em solos arenosos, aplicando metade aos 30 dias após a emergência e metade, cerca de 20 ou 30 dias depois.

Cultivares de porte alto respondem menos ao nitrogênio e podem acamar com doses altas do nutriente

Carlos Eduardo de Oliveira Camargo e José Guilherme de Freitas
Seção de Cereais - IAC

Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14. ESPECIARIAS, AROMÁTICAS E MEDICINAIS

Página

14. ESPECIARIAS, AROMÁTICAS E MEDICINAIS

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC

Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.1 Informações gerais

Trata-se de um agrupamento de culturas com poucas informações sobre adubação e nutrição, o que decorre de sua pequena expressão no Estado de São Paulo. Dessa forma, serão apresentadas apenas tabelas de adubação de caráter geral, utilizando a análise de solos para as recomendações de calagem, fósforo e potássio.

Contudo, no caso de suspeitas de distúrbios nutricionais, utilizar técnicas de análises de micronutrientes em solos, bem como a diagnose foliar usando amostras pareadas (com e sem sintomas visuais), para a análise química de macro- e micronutrientes.

14.2 Camomila

Espaçamento: 0,30 x 0,25 m no campo.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação orgânica: 20 a 40 t/ha de esterco de curral curtido.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
30	120	50	20	80	50	20

Adubação mineral de cobertura: 30 kg/ha de N, 30 dias após o plantio.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.3 Capim-limão ou erva-cidreira, citronela-de-java e palma-rosa

Espaçamento: 1,0 a 1,2 m x 0,5 a 0,6 m (13.000 a 20.000 mudas/ha); palma-rosa - 0,8 a 1,2 m x 0,4 a 0,6 m (15.000 a 32.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 40%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
10	60	30	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, 30 dias após o plantio, 60 kg/ha de N e, a cada corte, 60 kg/ha de N e 30 a 60 kg/ha de K_2O, dependendo da análise inicial do solo.

Observação: *Devolver ao solo a rama destilada, logo após cada corte.*

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.4 Cardamomo

Espaçamento: 3 x 3 m ou 3 x 2,5 m (1.150 a 1.350 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——		—— K_2O, kg/ha ——	
10	60	30	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, 30 dias após o plantio, 60 kg/ha de N e, a cada corte, 60 kg/ha de N e 30 a 60 kg/ha de K_2O, dependendo da análise inicial do solo.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.5 Confrei

Espaçamento: 0,6 x 0,6 m; 0,8 x 0,6 m (20.800 a 27.800 mudas/ha).

Espaçamento: 60 x 60 cm; 80 x 60 cm

Calagem: Aplicar calcário para aumentar a saturação por bases a 60%.

Adubação orgânica: Aplicar 50 t/ha de esterco de curral curtido.

Adubação mineral de plantio: Aplicar nas covas, em mistura com o esterco, em quantidades com base na análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
60	150	100	50	150	80	40

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 60 kg/ha de N, 30 dias após o plantio e, a cada corte, repetir a adubação com N e K_2O.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.6 Curcuma

Espaçamento: 0,7 x 0,3 m (45.000 a 47.000 rizomas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
20	100	40	80	40

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 kg/ha de N, 30 dias após o plantio.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.7 Digitális

Espaçamento: 0,5 x 0,4 m (50.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
20	120	80	40	100	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar duas vezes 20 kg/ha de N, aos 30 e 60 dias após o plantio.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.8 Erva-doce ou funcho

Espaçamento: 1,2 x 0,6 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
10	100	60	30	60	40	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 50 kg/ha de N, parcelando em duas vezes, aos 20 e 60 dias após o plantio. Repetir a adubação nitrogenada nos anos seguintes.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.9 Estévia

Espaçamento: 0,4 x 0,2 m ou 0,25 x 0,20 m (125.000 a 200.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação orgânica: Quando disponível, aplicar 40 a 60 t/ha de esterco de curral curtido antes do plantio.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
20	120	80	40	100	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, 30 dias após o plantio, 40 kg/ha de N e, a cada corte, 20 kg/ha de N e 20 kg/ha de K_2O.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.10 Gengibre

Espaçamento: 1,0 x 0,4 m (25.000 rizomas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
20	240	150	60	120	80	40

Adubação mineral de cobertura: Em cada uma das três amontoas, aplicar 30 kg/ha de N e 70 kg/ha de K_2O.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.11 Menta ou hortelã

Espaçamento: 0,7 a 1,0 x 0,3 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação orgânica: Sempre que possível, aplicar adubo orgânico, na base de 30 a 40 t/ha de esterco de curral curtido ou composto, no sulco, antes do plantio e, em cobertura, após cada terceiro corte.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
20	120	80	40	90	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 kg/ha de N, 30 dias após o plantio e, a cada corte, 30 kg/ha de N e 30 kg/ha de K_2O.

Observação: *Após cada corte, devolver a rama destilada ao campo, em cobertura.*

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.12 Pimenta-do-reino

Espaçamento: 2 x 2,5 m ou 2 x 2 m (2.000 a 2.500 plantas por hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação de plantio e de formação: Aplicar 10 kg/cova de esterco de curral curtido ou 3 kg de esterco de galinha ou 0,8 kg de torta de mamona, juntamente com 300 g de calcário e 50 g de P_2O_5.

Antes do florescimento, em outubro ou novembro, aplicar em cobertura por planta, 60 g de N; 15 g de P_2O_5 e 45 g de K_2O.

Adubação mineral de produção: Aplicar, de acordo com análise de solo realizada pelo menos a cada dois anos:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³		K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³	
	0-15	>15	3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——		—— K_2O, kg/ha ——	
90	80	50	80	50

Parcelar a adubação em três aplicações, nos meses de outubro, dezembro e fevereiro, o que equivale a antes, durante e após o florescimento.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC

14.13 Píretro

Espaçamento: 0,6 a 0,8 x 0,4 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, segundo os resultados da análise de solo, as doses da tabela abaixo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
10	90	60	30	80	50	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 45 kg/ha de N, parcelando em três aplicações, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio.

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

14.14 Urucum

Espaçamento: Variável, de acordo com o desenvolvimento e a variedade. O espaçamento comumente usado em lavouras paulistas é de 7 x 3 m ou 6 x 3 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação orgânica: Sempre que possível utilizar adubo orgânico curtido, na base de 5 litros por cova, misturando com a adubação mineral de plantio.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, g/cova	P_2O_5, g/cova			K_2O, g/cova		
10	120	80	50	60	40	20

Aplicar em cobertura e de cada vez 10 g/cova de N, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio.

Adubação mineral de formação (2.º e 3.º anos): Aplicar, com base na análise de solo da amostra retirada antes do plantio:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
60	60	40	20	45	30	0

Aplicar a adubação, em três vezes, no período de setembro a março.

Adubação mineral de produção (a partir do 4.º ano): Aplicar, com base nos resultados da análise de solo, as seguintes quantidades de nutrientes:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
50	40	20	0	60	40	20

Aplicar o adubo em cobertura, em um círculo cujo raio exceda em um terço o da projeção da copa, parcelando em duas vezes, após a colheita e antes do início das chuvas.

Fernando Romariz Duarte
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC

14.15 Vetiver

Espaçamento: 0,9 a 1,2 m x 0,3 a 0,5 m (18.000 a 39.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
0	60	40	20	40	30	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 kg/ha de N, 30 dias após o plantio.

Observação: *Incorporar as raízes destiladas e decompostas e as folhas picadas ao solo.*

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC
e Ângela Maria Cangiani Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

15. ESTIMULANTES

Página

15. ESTIMULANTES

Bernardo van Raij, Heitor Cantarella e *José Antonio Quaggio*
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

15.1 Informações gerais

O café já foi a cultura que mais consumia adubo no Brasil mas, nos últimos anos, pela redução da área cultivada no Estado e pelos baixos preços do produto no mercado internacional, houve uma drástica redução na utilização de fertilizantes. Atualmente, o cafeeiro responde apenas por cerca de 6% do consumo nacional. Em cafezais formados, as necessidades maiores são de nitrogênio e potássio, porém a cultura precisa de outros nutrientes, sendo bastante comuns as deficiências de enxofre, boro, zinco e manganês.

Os principais problemas que têm ocorrido com a adubação do cafeeiro são os seguintes: acidificação excessiva, causada pela adubação nitrogenada e calagem insuficiente; uso de fórmulas NPK concentradas, principalmente 20-5-20, sem atentar para o acúmulo de potássio no solo e não aplicação de enxofre; aplicação insuficiente de fósforo na formação e uso rotineiro de micronutrientes sem atentar para as reais necessidades.

O cacau e o fumo são culturas importantes em outras regiões do Brasil, mas de pequena importância no Estado de São Paulo e, assim, o consumo de adubos é insignificante. Já o chá tem importância regional no Vale do Ribeira, sendo cultura que necessita alta quantidade de nitrogênio e potássio.

15.2 Composição química e diagnose foliar

A composição de cada uma das culturas, em nitrogênio, fósforo, enxofre e potássio contidos em uma tonelada da parte colhida, é apresentada no quadro 15.1.

Quadro 15.1. Conteúdo de alguns macronutrientes nas partes colhidas de plantas estimulantes

Cultura	Parte da planta considerada	Nutrientes na parte colhida			
		N	P	K	S
		kg/t			
Cacau	Frutos (para 1 t de amêndoas)	32	6	48	-
Café	Café coco (para 1 t de café beneficiado)	34	4	52	3
Chá	Folhas	40	5	20	-
Fumo	Folhas	30	6	50	10

Esses dados podem ser usados para calcular a remoção de nutrientes pelas colheitas.

Já a análise foliar tem a finalidade de avaliar o estado nutricional das culturas, servindo para introduzir ajustes no plano de adubação. A amostragem é padronizada e deve ser feita como descrito no quadro 15.2.

Quadro 15.2. Amostragem de folhas de plantas estimulantes

Cultura	Descrição das amostragem
Cacau	Amostrar 25 plantas, 8 semanas após o florescimento principal; coletar 2.ª e 3.as folhas verdes, a partir do ápice do ramo, da altura média da planta, 4 folhas por árvore.
Café	Retirar amostras de ramos frutíferos no início do verão (dezembro e janeiro), de talhões homogêneos, amostrando 50 plantas, 2 folhas por planta, 3.º par a partir do ápice dos ramos, da altura média da planta, igual número de folhas de cada um dos lados das linhas de cafeeiros. Plantas anômalas não devem ser amostradas ou podem ser amostradas à parte.
Chá	Amostrar 25 plantas, de maio a junho, retirando as 2.as folhas, a partir dos ramos não lignificados.
Fumo	Amostrar 30 plantas, folha superior totalmente desenvolvida, no florescimento.

A interpretação dos resultados, ou diagnose foliar, é feita considerando os limites de interpretação apresentados no quadro 15.3.

Quadro 15.3. Limites de interpretação de teores de macro- e micronutrientes em folhas de plantas estimulantes

Cultura	Faixas de teores adequados na matéria seca das folhas					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cacau	20-25	1,8-2,5	13-23	8-12	3,0-7,0	1,6-2,0
Café	26-32	1,2-2,0	18-25	10-15	3,0-5,0	1,5-2,0
Chá	38-48	1,9-2,5	18-20	4-6	1,5-3,0	1,0-3,0
Fumo	30-45	2,5-5,0	25-40	15-30	2,0-6,5	2,0-6,0
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Cacau	25-60	8-15	60-200	50-250	0,50-1,50	30-80
Café	50-80	10-20	50-200	50-200	0,10-0,20	10-20
Chá	30-50	-	500-1000	-	-	30-50
Fumo	20-50	5-60	50-200	20-230	-	20-80

Ao interpretar os resultados da análise química de folhas, principalmente para o cafeeiro, deve-se considerar que os valores serão altos se houver aplicação de adubação foliar antes da amostragem. Isso é mais comum para boro, cobre e zinco e, eventualmente, manganês. Uma diagnose foliar mais realista desses nutrientes só será obtida se não forem feitas aplicações foliares no ano agrícola, até a retirada das folhas para análise.

15.3 Cacau

Espaçamento: ***Solos de média fertilidade:*** 3,5 x 2,5 m; ***solos de alta fertilidade:*** 3,5 x 3,0 m (1.143 ou 952 plantas por hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%, garantindo no mínimo 5 $mmol_c/dm^3$ de magnésio.

Adubação de plantio: Com antecedência de 60 dias ao plantio, incorporar, por cova, 2 a 4 L de esterco de galinha, 1 kg de calcário dolomítico ou magnesiano, 100 g de P_2O_5 e 30 g de K_2O. Acrescentar 3 g de Zn por cova se a análise de solo apresentar teor no solo inferior a 0,6 mg/dm^3. Acrescentar 4 parcelas de 10 g/planta de N em cobertura, de dois em dois meses.

Adubação mineral de formação: Aplicar, em cobertura ao redor das plantas, em três parcelas no período das chuvas, as seguintes quantidades de nutrientes N-P_2O_5-K_2O, em gramas por planta:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
1	40	60	40	20	60	40	20
2	80	90	60	30	90	60	30
3	120	120	80	40	120	80	40

Adubação mineral de produção: Aplicar de acordo com a análise de solo, realizada de três em três anos, as seguintes quantidades de nutrientes:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K trocável, $mmol_c/dm^3$			Zn, mg/dm^3		
	0-12	13-30	>12	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,6	0,7-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			Zn, kg/ha		
50	90	60	30	60	40	20	4	2	0

Parcelar em três vezes a adubação, aplicando em cobertura, nos meses de outubro, dezembro e março.

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC
e Maria Luiza Sant'Anna Tucci
Seção de Plantas Tropicais - IAC

15.4 Café

Espaçamento: Algumas opções são: 4,0 x 0,5 a 1,5 m (5.000 a 1.675 covas/ha); 3,5 x 0,5 a 1,5 m (5.800 a 1.943 covas/ha); 1,0 a 2,5 x 0,5 a 1,5 m (2.680 a 20.000 covas/ha).

Amostragem de solo: Antes da formação do cafezal, retirar amostra composta da área total. Em cafezal formado, a amostragem deve ser feita pelo menos a cada 2 anos, na faixa de solo onde são aplicados os adubos. Essas amostras devem ser retiradas a uma profundidade de 0-20 cm. A cada 4 anos, retirar amostras compostas de 20 a 40 cm de profundidade.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases da camada arável a 50% e o teor de magnésio a um mínimo em 5 $mmol_c/dm^3$.

Na formação do cafezal, distribuir o corretivo uniformemente sobre o terreno e incorporá-lo ao solo o mais profundamente possível. Além da calagem em área total, aplicar 400 g de calcário moído ou 200 g de calcário calcinado por metro linear de sulco.

Em cafezal já formado, distribuir o corretivo sobre o solo, de preferência no início da estação chuvosa, com maior quantidade na faixa de terreno que recebe a adubação.

A saturação por bases para a calagem é a da parte do terreno que recebe a adubação. Os valores são, de forma geral, mais elevados nas entrelinhas.

O calcário calcinado pode trazer problemas para as mudas se não for muito bem incorporado ao solo. Com a aplicação do produto sobre a superfície do solo, pode ocorrer a formação de grumos, difíceis de separar dos grãos de café após a colheita.

Gessagem: Se houver interesse, aplicar gesso, com base na análise de solo da camada de solo de 20-40 cm, se for constatado teor de Ca^{2+} inferior a 4 $mmol_c/dm^3$ e/ou saturação de alumínio acima de 50%. O gesso deve ser distribuído sobre o terreno, não havendo necessidade de incorporação profunda, já que o material é solúvel em água. As quantidades podem ser dimensionadas de acordo com a textura do solo, usando a seguinte fórmula:

Argila (em g/kg) x 6 = kg/ha de gesso a aplicar

O efeito do gesso perdura por vários anos, não havendo necessidade de aplicações freqüentes. O gesso pode ser aplicado como fonte de enxofre, podendo suprir o nutriente por vários anos.

Substrato para preparo de mudas: Misturar, na base de volume, 1/3 de esterco de curral curtido e 2/3 de terra. Adicionar à mistura, 5 kg/m³ de superfosfato simples, 0,5 kg/m³ de cloreto de potássio e 2 kg/m³ de calcário moído.

Adubação orgânica: Se disponível, aplicar, por metro de sulco, um dos seguintes adubos orgânicos: 20 litros de esterco de curral, 5 litros de esterco de galinha (com cama, reduzindo a 2 litros se for esterco puro), 10 litros de palha de café ou 2 litros de torta de mamona. Utilizar produtos curtidos ou aplicar com 45 dias de antecedência no caso de materiais não curtidos.

A adubação orgânica do cafeeiro, por ocasião do plantio, é benéfica para o desenvolvimento das plantas. As cascas de café são ricas em nutrientes, contendo, em g/kg, cerca de 15 de N, 0,1 de P e 25 de K, sendo do maior interesse retorná-las ao cafezal.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

P resina mg/dm³	P_2O_5 g/m	K^+ trocável mmol$_c$/dm³	K_2O g/m	B no solo mg/dm³	B g/m
0-5	60	0-0,7	30	0-0,20	1
6-12	45	0,8-1,5	20	0,21-0,60	0,5
13-30	30	1,5-3,0	10	>0,60	0
>30	15	>3,0	0		

Cu no solo mg/dm³	Cu g/m	Mn no solo mg/dm³	Mn g/m	Zn no solo mg/dm³	Zn g/m
0-0,2	1	0-1,5	2	0-0,5	2
>0,2	0	>1,5	0	0,6-1,2	1
				>1,2	0

Reduzir a quantidade de boro pela metade em solos arenosos ou de textura média (com menos de 35% de argila).

Misturar muito bem o calcário, os adubos minerais e o adubo orgânico, quando utilizado, com a terra do sulco de plantio.

É importante misturar bem os adubos com a terra dos sulcos por ocasião do plantio, para evitar problemas de salinidade com o cloreto de potássio e de toxicidade com o boro.

Após o pegamento das mudas, aplicar 4 g/cova de N, repetindo essa aplicação em intervalos de aproximadamente 30 dias, até o fim do período chuvoso. Utilizar o adubo nitrogenado em cobertura, em torno das plantas.

Adubação mineral de formação: No 2.º ano agrícola (1.º após o plantio), fazer quatro aplicações de 8 g/cova de N, com intervalos de 45 dias, no período de setembro a março. Repetir a adubação potássica de plantio, parcelando juntamente com o nitrogênio. O adubo deve ser aplicado em cobertura, em volta das plantas.

Adubação mineral de produção: Aplicar os adubos minerais, a partir do 3º ano agrícola (2º ano após o plantio), em função do teor de N nas folhas, dos teores de P, K, B, Mn e Zn, revelados pela análise de solo e da produtividade esperada, de acordo com as tabelas seguintes:

Produtividade esperada[1]	Teor de N nas folhas, g/kg			P resina, mg/dm³				K^+ trocável, mmol$_c$/dm³			
	<26	26-30	>30	0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
kg/ha	N, kg/ha			P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
<600	150	100	50	40	20	20	0	150	100	50	20
600-1200	180	120	70	50	30	20	0	180	120	70	30
1200-1800	210	140	90	60	40	20	0	210	140	90	40
1800-2400	240	160	110	70	50	30	0	240	160	110	50
2400-3600	300	200	140	80	60	40	20	300	200	140	80
3600-4800	360	250	170	90	70	50	30	360	250	170	100
>4800	450	300	200	100	80	60	40	450	300	200	120

[1] Café beneficiado.

Acrescentar S à adubação, na base de aproximadamente 1/8 do N aplicado. Essa adubação pode ser dispensada se a análise de solo revelar teores no solo acima de 10 mg/dm³ de S.

Acrescentar boro, manganês e zinco de acordo com a análise de solo:

Boro no solo	B	Manganês no solo	Mn	Zn no solo	Zn
mg/dm^3	kg/ha	mg/dm^3	kg/ha	mg/dm^3	kg/ha
0-0,20	2	0- 1,5	2	0-0,5	2
0,21-0,60	1	>1,5	0	0,6-1,2	1
>0,60	0			>1,5	0

A produtividade esperada deve ser estimada com realismo, de preferência por pessoa familiarizada com o histórico e o potencial de produção do cafezal.

A análise foliar deve ser feita para reavaliar o nitrogênio a ser aplicado no restante do ano agrícola e no início do seguinte, até nova análise. Os resultados dos demais nutrientes podem ser utilizados para adequar o seu uso na adubação.

Parcelar a aplicação do nitrogênio, em três ou quatro vezes, no período chuvoso (setembro a março), realizando a aplicação na superfície do solo, ao redor da planta e sob a copa. Em solos arenosos, o número de aplicações pode ser ampliado. Fósforo, enxofre, boro, manganês e zinco podem ser aplicados de uma só vez, no início das chuvas; o potássio, em duas ou mais vezes, ou todos os nutrientes aplicados juntamente com o nitrogênio.

Aplicar os adubos, espalhando em faixas largas, atingindo em sua maior parte o solo abaixo das copas.

Em cafezais deficientes em zinco, aplicar, em novembro e fevereiro, pulverizações foliares com o nutriente, em solução contendo 6 g/L de sulfato de zinco. Se houver deficiência de manganês, aplicar via foliar solução contendo 10 g/L de sulfato de manganês. Se não for aplicado boro no solo, maneira preferida para esse nutriente, empregar solução com 3 g/L de ácido bórico.

Observacões:

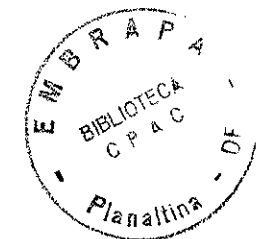
a) *O uso de adubos fluídos, opção vantajosa em certas situações, pode ser feito considerando a mesma tabela acima.*

b) *Em geral não é necessário adubar cafezais no primeiro ano após recepa. Contudo, se a brotação for lenta, aplicar 1/3 da dose de nitrogênio recomendada para café adulto.*

c) *Se for feita fertirrigação, mais indicada para nitrogênio e potássio, deve ser aumentado o número de aplicações.*

d) *É conveniente proceder à incorporação ocasional dos insumos aplicados na superfície do solo, como calcário, fósforo, manganês e zinco. Isso pode ser feito, por exemplo, por ocasião da recepa ou de uma subsolagem.*

e) *Se for aplicada adubação orgânica no cafezal em produção, descontar metade do nitrogênio e o total do potássio aplicados da adubação mineral.*

Grupo Paulista de Adubação do Cafeeiro
Bernardo van Raij (Coordenador) - IAC
Durval R. Fernandes - MAARA, Pró-Café
Edson Gil de Oliveira - DEXTRU, CATI
Eurípedes Malavolta - CENA, USP
Genésio S. Cervellini - IAC
Heitor Cantarella - IAC
Inácio de Barros - IAC
João Alves de Toledo Filho - DEXTRU, CATI
Luis Carlos Esteves Pereira - D.A. São José do Rio Pardo, CATI
Paulo Boller Gallo - IAC
Roberto Antonio Thomaziello - DEXTRU, CATI
Ruy Bonini - DIRA Marília, CATI
Tomás Eliodoro da Costa - Cia. Cafés Bom Retiro

15.5 Chá

Espaçamento: 1,5 a 1,8 m x 0,5 a 0,8 m (6.700 a 11.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 40% e manter o teor de magnésio no mínimo em 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio: Aplicar 1 litro de esterco de curral curtido e 15 g de P_2O_5 por cova, misturando com a terra fértil da superfície.

Adubação mineral de formação: Aplicar, de acordo com a produtividade prevista, a metade das doses da tabela abaixo. Parcelar os adubos em três aplicações, iniciando 30 a 40 dias após a brotação das mudas.

Adubação mineral de produção: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada.

Produtividade esperada([1])	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,5-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
<2,0	150	60	40	20	80	60	30
2,0-3,0	200	80	60	30	100	80	40
>3,0	250	120	80	40	150	100	50

([1]) Chá beneficiado.

Aplicar, no primeiro ano, a metade das doses indicadas, conforme a produtividade prevista.

Acrescentar, anualmente, 40 kg/ha de S.

Na fase de produção, parcelar as aplicações dos fertilizantes, em agosto, dezembro e março.

Mauro Sakai
Estação Experimental de Pariquera-Açu - IAC

e José Antonio Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

15.6 Fumo

Espaçamento: ***Fumo-de-corda*** - 1,3 x 0,8 m (9.600 plantas/ha); ***fumo-de--estufa*** - 1,2 x 0,5 m (16.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar, para fumo-de-corda, 20 a 30 t/ha de esterco de curral ou composto.

Adubação mineral de plantio: Aplicar em função dos resultados de análise de solo.

Cultura	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
		0-7	8-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
Fumo-de corda	10	90	60	30	60	40	20
Fumo-de estufa	10	90	60	40	90	50	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar o nitrogênio em cobertura de acordo com a classe de resposta esperada a nitrogênio.

Classe de resposta esperada a N		
Alta	Média	Baixa
N, kg/ha		
50	30	0

Alta resposta esperada a N: Solos corrigidos, cultivados anteriormente com culturas não-leguminosas ou solos arenosos.

Média resposta a N: Solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou com plantio anterior esporádico de leguminosas; solo em pousio por um ano; ou uso de quantidades moderadas de adubos orgânicos.

Baixa resposta esperada a N: Solo em pousio ou pastagem por dois ou mais anos; ou com plantio anterior de leguminosas ou adubos verdes; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos.

Observações:

a) *Os fertilizantes não devem conter cloreto.*

b) *Suspender a adubação nitrogenada se o fumo estiver com desenvolvimento vegetativo muito luxuriante.*

Nilson Borlina Maia
Seção de Plantas Aromáticas e Fumo - IAC

e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

16. FIBROSAS

Página

16. FIBROSAS

Nelson Machado da Silva
Seção de Algodão - IAC

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

16.1 Informações gerais

Do grupo das plantas fibrosas, o algodão destaca-se das demais pela importância econômica da cultura e, em conseqüência disso, pela existência de um grande volume de resultados de pesquisa sobre nutrição, calagem e adubação. São indicadas informações sobre composição química e diagnose foliar, além de uma tabela de adubação com detalhes técnicos.

As demais culturas têm importância restrita no Estado de São Paulo e há poucas informações regionais disponíveis. Assim, são apresentadas apenas as tabelas de adubação.

16.2 Composição química e diagnose foliar do algodoeiro

O conteúdo de nutrientes do algodoeiro para a produção de uma tonelada de algodão em caroço é, aproximadamente, o seguinte:

Planta inteira (kg/t de algodão em caroço): N - 59; P - 10; K - 50
Parte colhida (kg/t de algodão em caroço): N - 23; P - 4; K - 16

Para a dignose foliar, as instruções para amostragem de folhas são as seguintes:

Amostrar 30 plantas, no florescimento, coletando os limbos das 5.as folhas a partir do ápice da haste principal.

Os limites de interpretação são definidos pelas seguintes faixas de teores adequados na matéria seca:

	g/kg		mg/kg
N	35-43	B	30-50
P	2,5-4,0	Cu	5-25
K	15-25	Fe	40-250
Ca	20-35	Mn	25-300
Mg	3-8	Mo	-
S	4-8	Zn	25-200

16.3 Algodão

Espaçamento: 0,70 a 1,10 m x 0,10 a 0,20 m (45.500 a 143.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 mmol$_c$/dm^3 . Aplicar o corretivo o mais cedo possível, procurando incorporá-lo muito bem ao solo

Adubação mineral de plantio: As quantidades a aplicar são baseadas na análise de solo e na produtividade esperada de algodão em caroço, de acordo com o seguinte:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				
		0-6	7-15	16-40	41-80	>80
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				
1,5-2,0	10*	80	60	40	30	20
2,0-2,4	10*	100	80	60	40	30
>2,4	10*	120	100	80	60	40

Produtividade esperada	CTC mmol$_c$/dm^3	K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3				
		0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	3,1-6,0	>6,0
t/ha		K_2O, kg/ha				
1,5-2,0	Até 60	60	40	30	20	20
	>60	80	60	40	30	20
2,0-2,4	Até 60	80	60	40	20	20
	>60	80*	80	60	40	30
>2,4	Até 60	80*	80	60	40	30
	>60	80*	80*	80	60	40

* Complementar com a adubação de cobertura indicada na próxima tabela.

Zinco: Na fase de correção de solos de cerrado, aplicar 3 kg/ha de Zn se o teor no solo for inferior a 0,6 mg/dm^3, visando evitar o aparecimento de eventuais sintomas de deficiência.

Boro: Em solos corrigidos e freqüentemente adubados com NPK, aplicar na mistura de plantio pelo menos 0,5 kg/ha de B, se o teor do elemento no solo for inferior a 0,61 mg/dm^3. Em glebas arenosas, pobres em matéria orgânica, com teores de B no solo inferiores a 0,21 mg/dm^3, empregar 1,0 kg/ha do

nutriente, aumentando esta quantidade para 1,2 kg/ha, caso algum sintoma de deficiência já se tenha evidenciado.Em faixa intermediária, de 0,21 a 0,60 mg/dm^3 de B no solo, utilizar de 0,5 a 1,0 kg/ha de B na mistura dos adubos de plantio. Dentro desses níveis, as necessidades básicas do algodoeiro serão satisfeitas e não haverá risco de intoxicação.

Enxofre: Em solos de exploração recente, nunca ou pouco adubados ou naqueles já corrigidos e freqüentemente adubados com misturas concentradas, utilizar pelo menos um adubo contendo enxofre, no plantio ou em cobertura, fornecendo de 20 a 40 kg/ha de S, dependendo da produtividade esperada.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de acordo com a produtividade calculada de algodão em caroço, a classe de resposta esperada a nitrogênio e a análise de solo para potássio, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Classe de resposta a N			CTC mmol$_c$/dm^3	K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	Alta	Média	Baixa		0-0,7	0,8-1,5
t/ha	N, kg/ha				K$_2$O, kg/ha	
1,5-2,0	40	30	15	-	-	-
2,0-2,4	50	40	20	> 60	20	-
> 2,4	70	50	30	Até 60	20	-
				> 60	40	20

Alta resposta esperada a N: Solos intensamente cultivados e adubados, ou desgastados, erodidos.

Média resposta esperada a N: Solos ácidos ou em vias de correção, moderadamente adubados.

Baixa resposta esperada a N: Solos de derrubada recente, em pousio prolongado ou após rotação com leguminosas. Nesses casos, incorporar os restos vegetais com pelo menos dois meses de antecedência ao plantio.

Aplicar a cobertura com N após o desbaste, cerca de 30 a 40 dias da emergência, cobrindo o adubo na operação "chegamento de terra". Aplicar o K, quando recomendado, nesta ocasião. Coberturas superiores a 40 kg/ha de N devem ser parceladas, especialmente em solos arenosos; a segunda aplicação, de cerca de 1/3 da dose recomendada, deve ser feita durante a fase de pleno florescimento (50 a 70 dias da emergência). Utilizar regulador de crescimento onde se espera grande desenvolvimento das plantas.

Boro em cobertura: Caso não seja possível a aplicação no plantio, incorporar boro em cobertura juntamente com o adubo nitrogenado, em dosagem até 25% mais elevada do que a indicada para o plantio.

Nitrogênio em pulverização: A pulverização foliar é alternativa para corrigir eventuais deficiências que ocorram na fase de frutificação. Usar uréia a 5%, a baixo volume, em mistura com inseticida, aplicando nas horas mais frescas do dia.

Boro em pulverização: A pulverização foliar é alternativa para corrigir eventuais deficiências. Nesse caso, devem ser feitas no mínimo quatro aplicações sucessivas, fornecendo de 0,15 a 0,18 kg/ha de B por vez (a baixo volume), durante o florescimento da cultura.

Nelson Machado da Silva
Seção de Algodão - IAC

16.4 Bambu

Espaçamento: 10 x 10 m ou 5 x 5 m (100 a 400 plantas/ha)

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, utilizando a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³		K⁺ trocável, mmolc/dm³	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
15	50	25	40	20

Antonio Luiz de Barros Salgado
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.5 Crotalária júncea

Espaçamento: 0,60 m entre linhas, com 30 a 40 sementes viáveis por metro linear (500.000 a 670.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, usando a seguinte tabela:

P resina, mg/dm³				K⁺ trocável, mmolc/dm³			
0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
80	60	40	20	70	60	40	20

Observação: *A cultura é recomendada em rotações, para melhoria das condições do solo.*

Antonio Luiz de Barros Salgado
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.6 Juta

Espaçamento: 0,20 a 0,30 m x 0,05 m (67.000 a 100.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação orgânica: No plantio, incorporar 10 t/ha de esterco de curral curtido ou 3 t/ha de esterco de galinha.

Adubação mineral de plantio: Aplicar as quantidades indicadas pela análise de solo, misturando com o esterco:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-15	>15	0-0,7	>0,7
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——		—— K_2O, kg/ha ——	
15	60	30	40	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 50 kg/ha de N, 30 dias após o plantio.

Romeu Benatti Júnior
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.7 Linho têxtil

Espaçamento: 0,10 a 0,15 m entre linhas.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
50	70	50	20	70	40	20

Antonio Luiz de Barros Salgado
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.8 Quenafe

Espaçamento: 0,60 m x 0,04 a 0,05 m (333.000 a 420.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
10	50	25	40	20

Antonio Luiz de Barros Salgado
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.9 Rami

Espaçamento: 1,0 m x 0,5 m (20.000 rizomas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação orgânica: Incorporar 10 t/ha de esterco de curral curtido ou 3 t/ha de esterco de galinha. Repetir essa aplicação anualmente.

Adubação mineral de plantio: Misturar com o esterco, em quantidades baseadas na análise de solo e na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
20	80	40	60	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 50 kg/ha de N após cada colheita.

A mesma adubação deve ser repetida, anualmente, com base em nova análise de solo.

Romeu Benatti Júnior
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

16.10 Sisal

Espaçamento: Fileiras duplas de 1 m x 1 m, espaçadas entre si em 3 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar com base na análise de solo e na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
0	60	40	20	70	50	30

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 kg/ha após o completo pegamento das mudas.

Repetir a adubação, anualmente, com as mesmas quantidadades, divididas em duas parcelas, no período das chuvas, coincidindo, pelo menos uma, com a colheita de folhas. Se aparecer necrose na base das folhas, aumentar a dosagem de adubo potássico.

Antonio Luiz de Barros Salgado
Seção de Plantas Fibrosas - IAC

17. FRUTÍFERAS

Página

17. FRUTÍFERAS

José Antonio Quaggio e *Bernardo van Raij*
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

Clóvis de Toledo Piza Junior
DEXTRU-CATI

17.1 Informações gerais

As frutíferas constituem um grupo de culturas de importância crescente e a demanda por informações sobre calagem e adubação tem aumentado muito. A nutrição, em muitos casos, além de afetar de forma marcante a produtividade, tem efeito também sobre a qualidade dos frutos, conservação pós-colheita e suscetibilidade das plantas a moléstias. Dessa maneira, é da maior importância a formulação de adubações adequadas para as culturas produtoras de frutas.

Como para outras culturas, as informações experimentais obtidas regionalmente são de muito valor para equacionar a adubação e a correção do solo para as frutíferas. Contudo, para a maioria das espécies, é muito limitada a experimentação com adubação no Estado de São Paulo, e menor ainda em outros Estados. Isso explica porque as informações sobre a nutrição das plantas frutíferas têm surgido de forma esparsa em todo o mundo e transferidas de uma região para outra. Embora isso não seja o ideal, os resultados são aceitáveis, desde que ancorados em elementos técnicos, tais como composição química das culturas, análise de solo e diagnose foliar.

Procurou-se, com base nas informações existentes no País, na literatura mundial e na experiência dos autores, reunir um conjunto de informações que deverão servir aos técnicos na tomada de decisões. Há uma predominância de dados de pesquisa para citros e pouco para a maioria das outras frutíferas.

17.2 Extração de macronutrientes primários por frutos na colheita

Os conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio apresentam-se no quadro 17.1. São indicadas também as faixas de produtividade mais comuns. Esses dados servem para estimar a retirada dos macronutrientes primários pelas colheitas em pomares formados. É claro que, antes de ter um pomar em produção, é necessário formar as árvores, o que exige quantidades consideráveis de nutrientes, podendo-se estimar, grosseiramente, que o conteúdo da vegetação de um pomar de alta produtividade representa cerca de 3 a 4 vezes a quantidade extraída em uma colheita elevada.

Quadro 17.1 Conteúdo aproximado de macronutrientes primários em frutos e faixas de produtividade normalmente obtidas

Cultura	Teor de nutrientes				Produtividade
	N	P	K	S	
	kg/t				t/ha
Abacate	2,8	0,3	2,0	0,2	12-18
Abacaxi	0,7	0,1	0,9	0,1	30-50
Acerola	1,8	0,3	2,6	0,2	30-50
Banana-nanicão	2,1	0,3	5,0	0,1	20-60
Banana-prata	1,7	0,3	4,8	0,1	10-25
Caqui	2,3	0,3	2,9	0,2	15-30
Figo	3,1	0,5	4,0	0,3	20-22
Goiaba	1,3	0,2	0,7	0,2	20-50
Laranja	2,4	0,2	2,0	0,1	20-60
Maçã	0,7	0,1	1,2	0,1	15-30
Macadâmia	8,8	0,6	4,3	0,8	5
Mamão	1,8	0,3	1,6	0,2	30-40
Manga	1,3	0,2	1,6	0,2	10-12
Maracujá	1,9	0,6	3,6	0,2	20-40
Nectarina	2,9	0,3	1,9	0,1	20-22
Nêspera	1,2	0,2	1,5	0,2	10-15
Pecã	10,5	1,3	3,6	0,9	1
Pêra	0,6	0,1	1,0	0,1	12-25
Pêssego	3,6	0,3	2,1	0,2	20-22
Uva itália	2,2	0,6	3,3	0,2	20-35
Uva niagara	0,9	0,3	1,9	0,2	15-25

17.3 Amostragem de folhas e diagnose foliar

A diagnose foliar é uma técnica importante para a fruticultura. Embora existam dificuldades de interpretação, principalmente decorrentes de variações nas épocas e posições das folhas amostradas, o que leva a resultados diferentes, já há informações que permitem estimar faixas de interpretação para diversas fruteiras.

O quadro 17.2 apresenta as descrições de amostragens de folhas de fruteiras. É sempre importante coletar folhas de todos os lados das árvores.

Os limites de interpretação de macro- e micronutrientes estão no quadro 17.3.

Em fruteiras não incluídas nos quadros 17.2 e 17.3, utilizar como regra básica a coleta de folhas recém-maduras, ou totalmente expandidas. No caso de suspeita de problemas nutricionais, obter amostras pareadas, das plantas normais e das plantas afetadas, para comparar os resultados.

Quadro 17.2 Instruções para amostragem de folhas de frutíferas

Cultura	Descrição da amostragem
Abacate	Coletar, em fevereiro ou março, folhas recém-expandidas com idade entre 5 a 7 meses, da altura média das copas. Amostrar 50 árvores.
Abacaxi	Amostrar, pouco antes da indução floral, uma folha recém-madura "D" (normalmente a 4.ª folha a partir do ápice). Cortar as folhas em pedaços de 1 cm de largura, eliminando a porção basal sem clorofila. Homogeneizar e separar cerca de 200 g para envio ao laboratório. Amostrar 50 plantas.
Acerola	Amostrar nos quatro lados da planta, folhas jovens totalmente expandidas, de ramos frutíferos. Amostrar 50 plantas.
Banana	Retirar os 5-10 cm centrais da 3.ª folha a partir da inflorescência, eliminando a nervura central e metades periféricas. Amostrar 30 plantas.
Citros	Coletar a 3.ª folha a partir do fruto, gerada na primavera, com 6 meses de idade, em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro. Amostrar 4 folhas por planta, num total de 25 árvores por talhão.
Figo	Coletar folhas recém-maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos, três meses após a brotação. Amostras de 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.
Goiaba	Coletar o 3.º par de folhas completamente desenvolvidas, de ramos com frutos terminais. Amostrar 30 árvores.
Maçã	Coletar 4 a 8 folhas recém-maduras e totalmente expandidas. Amostrar 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.
Macadâmia	Coletar folhas recém-maduras e totalmente expandidas, no meio do último fluxo de vegetação. Amostrar 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.
Mamão	Coletar 15 pecíolos de folhas jovens, totalmente expandidas e maduras (17.ª a 20.ª folhas a partir do ápice), com uma flor visível na axila.
Manga	Coletar folhas no florescimento, do meio do último fluxo de vegetação, de ramos com flores na extremidade. Amostrar 4 folhas por árvore, 20 plantas por talhão.
Maracujá	Coletar no outono a 3.ª ou 4.ª folha, a partir do ápice de ramos não sombreados. Alternativamente, coletar a folha com botão floral na axila, prestes a se abrir. Amostrar 20 plantas.
Pêssego	Coletar 26 folhas recém-maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos. Amostrar 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.
Uva	Amostrar a folha recém-madura mais nova, contada a partir do ápice dos ramos da videira, retirando um total de 100 folhas.

Quadro 17.3 Faixas de teores adequados de macro- e micronutrientes em folhas de plantas frutíferas

Cultura	Faixas de teores de nutrientes considerados adequados					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Abacate	16-20	0,8-2,5	7-20	10-30	2,5-8	2,0-6,0
Abacaxi	15-17	0,8-1,2	22-30	8-12	3-4	-
Acerola	20-24	0,8-1,2	15-20	15-25	1,5-2,5	4,0- 6,0
Banana	27-36	1,8-2,7	35-54	3-12	3-6	2,5-8,0
Figo	20-25	1,0-3,0	10-30	30-50	7,5-10	1,5-3,0
Goiaba	13-16	1,4-1,6	13-16	9-15	2,4-4,0	-
Laranja	23-27	1,2-1,6	10-15	35-45	2,5-4,0	2,0-3,0
Maçã	19-26	1,4-4,0	15-20	12-16	2,5-4,0	2,0-4,0
Macadâmia	15-25	1,0-3,0	5-15	5-10	1,0-3,0	1,0-2,5
Mamão	10-25	2,2-4,0	33-55	10-30	4,0-12,0	-
Manga	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5,0	0,8-1,8
Maracujá([1])	42-52	1,5-2,5	20-30	17-27	3,0-4,0	3,2-4,0
Maracujá([2])	33-43	1,3-2,1	22-27	12-16	2,5-3,1	-
Pêssego	30-35	1,4-2,5	20-30	18-27	3,0-8,0	1,5-3,0
Uva	30-35	2,4-2,9	15-20	13-18	4,8-5,3	3,3-3,8
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Abacate	50-100	5-15	50-200	30-100	0,05-1,0	30-100
Abacaxi	20-40	5-10	100-200	50-200		5-15
Acerola	25-100	5-15	50-100	15-50	-	30-50
Banana	10-25	6-30	80-360	200-2000	-	20-50
Figo	30-75	2-10	100-300	100-350	-	50-90
Goiaba	-	-	-	-	-	-
Laranja	36-100	4-10	50-120	35-300	0,1-1,0	25-100
Maçã	25-50	6-50	50-300	25-200	0,1-	20-100
Macadâmia	25-50	6-12	25-200	100-400	0,5-2,5	15-50
Mamão	20-30	4-10	25-100	20-150	-	15-40
Manga	50-100	10-50	50-200	50-100	-	20-40
Maracujá	40-60	5-20	100-200	100-250	1,0-1,2	50-80
Pêssego	20-60	5-16	100-250	40-160	-	20-50
Uva	45-53	18-22	97-105	67-73	-	30-35

([1]) 3.ª ou 4.ª folha de maracujá coletada no outono. ([2]) Folha de maracujá com botão floral na axila.

17.4 Abacate

Espaçamento: 10 x 8 m ou 10 x 6 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio: Aplicar de 15 a 20 litros de esterco de curral, ou 4 litros de esterco de galinha por cova, em mistura com 250 g de P_2O_5 e a melhor terra de superfície, 30 dias antes do plantio.

Utilizar 3 vezes 20 g de N por planta, aos 30, 90 e 150 dias após o pegamento das mudas.

Adubação de formação: Aplicar os adubos de acordo com a análise de solo inicial da gleba, em três parcelas, no início, meado e final da estação das chuvas, ao redor das plantas e na projeção das copas.

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	——P_2O_5, g/planta——			——K_2O, g/planta——		
1-2	100	100	80	40	50	20	0
2-3	100	200	160	80	100	50	0
3-4	300	300	240	120	200	100	0

Adubação de frutificação: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, as seguintes quantidades de nutrientes por ano:

Produtividade esperada	N nas folhas, g/kg			P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	<16	16-20	>20	0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	——N, kg/ha——			——P_2O_5, kg/ha——			——K_2O, kg/ha——		
<6	80	60	30	60	40	0	60	40	20
6-10	100	80	40	80	50	20	90	60	30
11-20	120	100	50	100	60	40	120	90	50
>20	140	120	60	120	70	60	150	120	70

Dividir a dose anual em três parcelas, aplicando no início, meado e final do período chuvoso, em faixas, nos dois lados das plantas.

Pulverizar, durante os fluxos de vegetação da primavera e do verão, com solução contendo, por litro: uréia, 5 g; sulfato de zinco, 5 g; sulfato de manganês, 2,5 g; e ácido bórico, 1 g.

Nilberto B. Soares
Seção de Fruticultura Tropical - IAC
e José Antonio Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.5 Abacaxi

Espaçamento: Fileiras duplas de 40cm de largura, distanciadas de 120 cm, com 2,5 plantas por metro de linha (31.250 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Quantidades acima de 5 t/ha requerem cuidados especiais, com incorporação profunda ao solo.

Adubação mineral: Na tabela a seguir, são indicadas as quantidades totais de nitrogênio, fósforo e potássio para a primeira produção, de acordo com a análise de solo e da produtividade esperada.

Produtividade esperada	N	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
<30	300	80	60	40	300	200	100
30-40	400	100	80	60	400	300	200
40-50	500	120	100	80	500	400	300
>50	600	140	120	100	600	500	400

Aplicar o fósforo no sulco de plantio, em março ou abril, misturando-o ao solo, e o nitrogênio e o potássio em cobertura ao lado das linhas, procurando atingir as axilas mais velhas, nas seguintes proporções: 10% em abril-maio, 20% em novembro, 40% em janeiro e 30% em março-abril. Em plantios de outubro-novembro, aplicar 10% em novembro-dezembro, 30% em janeiro e 60% em março-abril. A última adubação nitrogenada deve ocorrer, no máximo, 60 dias antes da aplicação do regulador de florescimento.

Para a segunda safra (soca), aplicar a metade do indicado para a primeira, sendo parte em março-abril e parte em outubro-novembro.

Observação: *Para melhor qualidade dos frutos, dar preferência a potássio na forma de sulfato ou nitrato.*

Ademar Spironello
Seção de Fruticultura Tropical - IAC

e Pedro Roberto Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.6 Acerola ou cereja-das-antilhas

Espaçamento: 4 x 4m a 5 x 5m (650 a 500 plantas/hectare)

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio ao mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio: Aplicar 20 litros de esterco de curral e 1 kg de torta de mamona por cova, em mistura com 200 g de P_2O_5 e 3 g de Zn, misturando com a terra da superfície, 20 dias antes do plantio.

Adubação de formação: Aplicar, de acordo com a análise de solo inicial do terreno, a seguinte adubação anual:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/cova	P_2O_5, g/cova			K_2O, g/cova		
0-1	60	0	0	0	80	60	40
1-2	120	120	90	60	160	100	80
2-3	180	180	120	90	240	160	120

Aplicar os adubos em cobertura, em três parcelas, no início, meado e fim da época das chuvas, ao redor das plantas e em toda área sob a projeção das copas.

Adubação de produção: Aplicar, de acordo com a análise de solo, realizada anualmente, e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
<15	40	40	30	20	80	60	40
15-20	60	60	40	30	100	80	60
21-30	80	80	60	40	160	120	80
31-40	120	120	80	60	200	160	120
>40	140	140	100	70	260	200	140

Aplicar os adubos em três parcelas, no início, meado e fim da época das chuvas, em toda área da projeção das copas.

Pulverizar, durante os fluxos de vegetação da primavera e do verão, com uma solução contendo por litro: uréia, 5 g; sulfato de zinco, 3 g e ácido bórico, 1g.

Clóvis de Toledo Piza Junior
DEXTRU - CATI
e José A. Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.7 Banana

Espaçamento: Cultivares de porte baixo e médio: 2 x 2 m ou 2 x 2,5 m (2.500 a 2.000 famílias/ha). **Cultivares de porte alto:** 2,5 x 3 ou 3 x 3 m (1.111 a 1.333 famílias/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e manter o teor de magnésio acima de 9 $mmol_c/dm^3$. Doses de calcário superiores a 5 t/ha requerem cuidados especiais para sua incorporação ao solo.

Adubação de plantio: Aplicar por cova 10 litros de esterco de curral ou 2 litros de esterco de aves e a metade das doses de fósforo da tabela abaixo, estabelecidas pela análise de solo e produtividade esperada. Em solos com menos de 1,3 mg/dm^3 de Zn, aplicar, no plantio, 5 kg/ha de Zn.

Adubação de formação: Aos 30-40 dias após o plantio, utilizar 20% das doses de N e K recomendadas na tabela abaixo. Aos 70-90 dias, aplicar o restante da adubação fosfatada e 50% da doses de N e K e aos 120-150 dias, o restante da adubação N e K. Aplicar os fertilizantes em círculos de 100 cm de diâmetro ao redor da planta.

Utilizar fontes de N ou P capazes de fornecer, anualmente, 30 kg/ha de S.

Adubação de formação e de produção: Aplicar, em função dos resultados da análise de solo e da produtividade esperada, as doses de fertilizantes abaixo.

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
<20	120	80	60	40	20	330	330	130	0
20-30	190	100	80	50	30	410	310	210	150
30-40	270	140	110	70	40	490	390	290	210
40-50	350	180	140	90	50	570	470	370	270
50-60	430	220	170	110	60	650	550	450	330
>60	500	260	200	130	70	730	630	530	390

Adubação de produção: As adubações anuais de N, P e K, por família, deverão ser ajustadas em função da produtividade esperada, e teores de P e K revelados pela análise de solo. Em áreas sujeitas a períodos de seca sazonais, parcelar a adubação em três aplicações, no início, meado e final do período chuvoso. Em áreas irrigadas ou sem déficit hídrico, parcelar a adubação em seis vezes.

Distribuir os adubos em semicírculos de 100 cm de raio, na frente do rebento mais jovem (sentido do deslocamento da família).

Utilizar fontes de N ou P capazes de fornecer anualmente 30 kg/ha de S.

Adubação com micronutrientes: Aplicar anualmente 25 g de sulfato de zinco (quando for constatada a deficiência de zinco nas folhas) e 10 g de ácido bórico no orifício aberto no rizoma, por ocasião do desbaste. Parcelar as doses acima em duas vezes, uma na primavera, outra no verão.

Luiz A. Junqueira Teixeira e Ademar Spironello
Seção de Fruticultura Tropical - IAC

e José A. Quaggio e Pedro Roberto Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.8 Citros: laranja, limão, tangerina e murcote

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 mmol$_c$/dm^3. Antes da formação do pomar, o calcário deverá ser aplicado na área total com bastante antecedência ao plantio das mudas, procurando incorporá-lo o mais profundamente possível. Para pomares já instalados, o calcário deverá ser aplicado também na área total, de abril a junho, e incorporado com grade.

Adubação de plantio: Aplicar os fertilizantes, em sulcos com 25 a 30 cm de profundidade, de acordo com a análise de solo e para todas variedades de copas:

P resina, mg/dm^3				B (água quente)		Zn (DTPA)	
0-5	6-12	13-30	>30	0-0,20	>0,20	0-1,2	>1,2
P_2O_5(1)				B(1)		Zn(1)	
80	60	40	20	1	0	2	0

(1) g/m linear de sulco.

Adubação de formação: Aplicar de acordo com a análise de solo e a idade das árvores, as doses de nutrientes indicados, para todas variedades de copas, na seguinte tabela:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3			
		0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,5-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	P_2O_5, g/planta				K_2O, g/planta			
0-1	80	0	0	0	0	20	0	0	0
1-2	160	160	100	50	0	80	60	0	0
2-3	200	200	140	70	0	150	100	50	0
3-4	300	300	210	100	0	200	140	70	0
4-5	400	400	280	140	0	300	210	100	0

Empregar o P de preferência em dose única, no período de julho-agosto. Parcelar N e K em quatro vezes, entre setembro e março.

Em plantas com idade de 0-1 ano, localizar os adubos ao redor da coroa, num raio de 0,5 m; em plantas com idade de 1 a 2 anos, aumentar o raio para 1,5 m. Em plantas com idade superior a 2-3 anos, aplicar os fertilizantes nos dois lados da planta, em faixas, de largura igual ao raio da copa, sendo 2/3 dentro e 1/3 fora dela.

Em plantas da variedade Valência, com idade superior a 3 anos, reduzir as doses de K em 20%, para melhorar a qualidade dos frutos.

Adubação de produção para laranjas ou limão Taiti: As quantidades a aplicar baseiam-se no teor total de N nas folhas, nos teores de P e K em solos, para diferentes classes de produtividade e valor da caixa de laranja de 40,8 kg (Quadro 17.4).

Adubação de produção para limões e tangerinas: As quantidades a aplicar baseiam-se no teor total de N nas folhas, nos teores de P e K em solos, para diferentes classes de produtividade (Quadro 17.5).

Época e modo de aplicação para citros em produção: Parcelar os fertilizantes em três aplicações: 40% em setembro-outubro, 30% em dezembro-janeiro e 30% em março-abril. Opcionalmente, o P pode ser aplicado de uma só vez em setembro-outubro.

Aplicar os adubos, nos dois lados da planta, em faixas de largura igual ao raio da copa, sendo 2/3 dentro e 1/3 fora dela.

Adubação foliar com micronutrientes: Preparar uma mistura, utilizando fertilizantes de boa qualidade, com a seguinte composição:

Sulfato de zinco	3,5 g/L
Sulfato de manganês	2,5 g/L
Ácido bórico	1,0 g/L
Uréia	5,0 g/L

Em pomares com idade inferior a 4 anos, realizar 3 a 4 aplicações anuais. Naqueles em produção, duas. Aplicar no período das chuvas, quando houver brotação das plantas.

Em pomares com sintomas intensos de deficiência de boro, é mais eficiente aplicar no solo 2 kg/ha de B, na forma de ácido bórico, juntamente com os herbicidas de contato, parcelando em duas aplicações anuais.

Grupo Paulista de Adubação de Citros

Jose A. Quaggio (coordenador), Bernardo van Raij, Heitor Cantarella, Joaquim Teófilo Sobrinho, Ody Rodriguez (aposentado) e Ondino C. Bataglia - IAC

Antonio C. Sanches - Consultor

Edmundo E. A. Blasco - Citricultor

José Dagoberto De Negri - DEXTRU, CATI

Eurípedes Malavolta - CENA, USP

Godofredo C. Vitti - ESALQ, USP

Quadro 17.4 Quantidades de nutrientes a aplicar para laranjas e lima taiti, com base no teor de N nas folhas e nos teores de P e K em solos, para diferentes classes de produtividade esperada

Produtividade esperada	N nas folhas, g/kg				P resina, mg/dm³				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$ (²)			
	<23	23-27	28-30	>30	0-5	6-12	13-30	>30	<0,7	0,7-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	kg/ha											
	Doses de N- P_2O_5- K_2O para máximo lucro (caixa a US$3.00)											
<16	90	70	60	40	50	40	20	0	60	40	30	0
17 a 20	100	80	70	50	70	50	30	0	70	50	40	0
21 a 30	140	120	90	60	90	70	40	0	90	70	50	0
31 a 40	190	160	130	90	130	100	50	0	120	100	70	0
41 a 50	240	200	160	110	160	120	60	0	160	120	90	0
>50	260	220	180	130	180	140	70	0	180	140	100	0
	Doses de N- P_2O_5- K_2O para máximo lucro (caixa a US$2.00)											
<16	80	70	50	30	50	40	20	0	50	40	20	0
17 a 20	90	80	60	40	60	50	20	0	60	50	30	0
21 a 30	130	110	90	60	80	70	30	0	80	60	40	0
31 a 40	180	150	120	80	120	90	40	0	110	80	50	0
41 a 50	230	190	150	100	140	110	50	0	140	100	60	0
>50	250	210	170	120	160	120	60	0	160	120	70	0
	Doses de N- P_2O_5- K_2O para máximo lucro (caixa a US$1.00)											
<16	70	60	50	30	40	30	10	0	30	20	10	0
17 a 20	80	70	60	40	50	40	10	0	30	30	20	0
21 a 30	110	90	70	50	70	60	20	0	50	40	30	0
31 a 40	150	130	100	70	100	80	30	0	60	50	40	0
41 a 50	190	160	130	90	120	90	40	0	80	60	50	0
>50	210	180	140	100	130	100	50	0	90	70	60	0

(¹) Quando a variedade for Valência reduzir as doses de potássio em 20%. (²) Quando o teor de K nas folhas for superior a 19 g/kg, reduzir a adubação potássica, suprimindo o K do último parcelamento.

Quadro 17.5 Quantidades de nutrientes a aplicar para limões e tangerinas, com base no teor de N nas folhas e nos teores de P e K em solos, para diferentes classes de produtividade esperada

Produtividade esperada	N nas folhas, g/kg				P resina, mg/dm³				K trocável, mmolc/dm³			
	<23	23-27	28-30	>30	0-5	6-12	13-30	>30	<0,7	0,7-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	kg/ha											
Limão verdadeiro												
<16	60	50	40	30	50	40	20	0	60	20	20	0
17 a 20	70	60	50	40	70	50	30	0	100	70	40	0
21 a 30	100	80	60	50	90	70	40	0	140	90	50	10
31 a 40	140	120	100	70	30	100	50	0	190	130	70	20
41 a 50	160	140	120	90	160	120	60	0	240	170	100	30
>50	200	160	130	100	180	140	70	0	270	190	120	40
Tangerinas e Murcote												
<16	70	60	50	40	50	40	20	0	70	50	20	0
17 a 20	80	70	60	50	70	50	30	0	80	60	40	0
21 a 30	110	90	70	60	90	70	40	0	110	80	50	10
31 a 40	160	130	100	90	130	100	50	0	160	110	70	20
41 a 50	200	170	140	110	160	120	60	0	200	140	100	30
>50	230	190	150	130	180	140	70	0	220	150	120	40

17.9 Frutas de clima temperado: I. ameixa, nêspera, pêssego, nectarina e damasco-japonês (umê)

Espaçamentos:

Ameixa e damasco japonês (umê): 6 x 5 m (330 plantas/hectare);

Nêspera: 8 x 6 m (200 plantas/hectare);

Pêssego e nectarina: básico - 7 x 5 m (285 plantas/hectare); tendência atual - 6 x 4 m (410 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e manter o teor de Mg no mínimo em 9 mmolc/dm³. Na formação do pomar, o corretivo é aplicado a lanço por todo o terreno, antes do plantio, e incorporado mediante aração e gradagem.

Adubação de instalação: Aplicar, por cova de 50 x 50 x 50 cm, 2 kg de esterco de galinha ou 10 kg de esterco de curral bem curtido, 1 kg de calcário dolomítico, 200 g de P_2O_5 e 60 g de K_2O. Com antecedência de pelo menos 30 dias do plantio, incorporar muito bem esses adubos à terra retirada da superfície quando da abertura das covas, usando a mistura para preenchê-las.

A partir do início da brotação das mudas, aplicar em cobertura, ao redor da planta, 60 g de N, em quatro parcelas de 15 g, de dois em dois meses.

Adubação de formação: Aplicar anualmente, por planta, as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo, conforme a idade da planta:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmolc/dm³		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
1-2	100	120	80	40	120	80	40
2-3	200	240	160	80	240	160	80
3-4	300	360	240	120	360	240	120
4-5	400	480	320	160	480	320	160

Aplicar o adubo em quatro parcelas, de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Pode-se, também, parcelar apenas o nitrogênio, aplicando o fósforo e o potássio na primeira adubação.

Adubação de produção: Aplicar, anualmente, 3 t/ha de esterco de galinha ou 15 t/ha de esterco de curral bem curtido, e as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K^+ trocável, mmol$_c$/dm³		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
Ameixa e damasco japonês (umê)							
<15	100	60	40	20	90	60	30
15-25	150	90	60	30	120	80	40
>25	200	120	80	40	150	100	50
Pêssego e nectarina - espaçamento básico							
<10	90	60	40	20	90	60	30
10-20	140	90	60	30	120	80	40
>20	180	120	80	40	150	100	50
Pêssego e nectarina - espaçamento tendência atual							
<12	120	90	60	30	90	60	30
12-22	180	120	80	40	150	100	50
>22	240	150	100	50	180	120	60
Nêspera							
<8	60	40	30	20	60	40	20
8-12	90	60	40	20	90	60	30
>12	120	90	60	30	100	70	40

Após a colheita, distribuir esterco, fósforo e potássio, na dosagem anual, misturados à terra da superfície em coroa larga, acompanhando a projeção da copa da planta no solo.

Dividir o nitrogênio em quatro parcelas, aplicadas em cobertura, de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Também pode ser usada fórmula NPK que se aproxime mais da proporção indicada e, nesse caso, parcelar em quatro aplicações, como indicado para o nitrogênio.

Mário Ojima, Fernando Antonio Campo-Dall'Orto e Wilson Barbosa
Seção de Fruticultura de Clima Temperado - IAC
e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.10 Frutas de clima temperado: II. figo, maçã, marmelo, pêra e pêssego em pomar compacto

Espaçamentos:

Figo: 3,5 x 2 m (1.400 plantas/hectare);
Maçã enxertada sobre cavalo ananicante: 4 x 2 m (1.250 plantas/hectare);
Marmelo: 5 x 3 m (650 plantas/hectare);
Pêra enxertada sobre marmeleiro: 4 x 2 m (1.250 plantas/hectare).
Pêssego enxertado sobre pessegueiro "Okinawa" (pomar adensado) ou sobre umezeiro: 4 x 2 m (1250 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e manter o teor de Mg, no mínimo em 9 mmol$_c$/dm³. Aplicar o corretivo a lanço em todo o terreno, antes do plantio, incorporando-o através de aração e gradagem.

Adubação de instalação: Aplicar, por cova de 50 x 50 x 50 cm, 2 kg de esterco de galinha, ou 10 kg de esterco de curral bem curtido, 1 kg de calcário dolomítico, 200 g de P_2O_5 e 60 g de K_2O. Com antecedência de pelo menos 30 dias do plantio, incorporar muito bem esses adubos à terra retirada da superfície quando da abertura das covas, usando a mistura para preenchê-las.

A partir do início da brotação das mudas, aplicar em cobertura ao redor da planta, 60 g de N, em quatro parcelas de 15 g, de dois em dois meses.

Adubação de formação: Aplicar anualmente, por planta, as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo, conforme a idade das plantas:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K^+ trocável, mmol$_c$/dm³		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
1-2	40	60	40	20	60	40	20
2-3	80	100	60	40	100	60	40
3-4	120	150	100	50	150	100	50
4-5	160	200	120	70	240	160	80

Aplicar os adubos em quatro parcelas, de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Se desejado, parcelar apenas o nitrogênio, aplicando o fósforo e o potássio na primeira adubação.

Adubação de produção: Aplicar, anualmente, 3 t/ha de esterco de galinha, ou 15 t/ha de esterco de curral bem curtido, e as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
			Figo				
<10	140	100	70	40	120	80	40
10-20	210	150	100	50	150	100	50
>20	280	200	140	70	240	160	80
			Maçã, pêra e pêssego (pomar compacto)				
<15	120	90	60	30	100	70	40
15-25	180	150	100	50	150	100	50
>25	240	180	120	60	200	140	70
			Marmelo				
<8	70	60	40	20	60	40	20
8-12	110	80	50	30	90	60	30
>12	140	100	70	40	120	80	40

Após a colheita, distribuir esterco, fósforo e potássio na dosagem anual, misturados à terra da superfície em coroa larga, acompanhando a projeção da copa da planta no solo.

Dividir o nitrogênio em quatro parcelas, aplicando em cobertura de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Também pode ser utilizada fórmula NPK que se aproxime mais da proporção indicada de nutrientes e, nesse caso, a aplicação se dará em quatro parcelas, como descrito para o nitrogênio.

Fernando Antonio Campo-Dall'Orto, Wilson Barbosa e Mário Ojima
Seção de Fruticultura de Clima Temperado - IAC
e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.11 Frutas de clima temperado: III. caqui, maçã, macadâmia, pecã e pêra

Espaçamentos:

Caqui (básico): 7 x 5 m (285 plantas/hectare);
Caqui "amagaki": 6 x 4 m (410 plantas/hectare);
Maçã enxertada sobre cavalo semivigoroso: 6 x 4 m (410 plantas/hectare);
Macadâmia: 8 x 8 m (156 plantas /hectare);
Pecã: 14 x 12 m (60 plantas/hectare);
Pêra enxertada sobre pereira: 7 x 5 m (285 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar, calcário para elevar a saturação por bases a 70% e manter o teor de Mg no mínimo em 9 mmol$_c$/dm^3. O corretivo deve ser aplicado a lanço por todo o terreno, antes do plantio, e incorporado mediante aração e gradagem.

Adubação de instalação: Aplicar por cova de 50 x 50 x 50 cm, 2 kg de esterco de galinha ou 10 kg de esterco de curral bem curtido, 1 kg de calcário dolomítico, 160 g de P_2O_5 e 60 g de K_2O. Com antecedência de pelo menos 30 dias do plantio, incorporar muito bem esses adubos à terra retirada da superfície quando da abertura das covas, usando a mistura para preenchê-las.

A partir do início da brotação das mudas, aplicar em cobertura, ao redor da planta, quatro parcelas de 15 g de N, de dois em dois meses.

Adubação de formação: Aplicar anualmente as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo e a idade das plantas:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
1-2	50	60	40	20	60	40	20
2-3	100	120	80	40	120	80	40
3-4	150	180	120	60	180	120	60
4-5	200	240	160	80	240	160	80

Aplicar os adubos em quatro parcelas, de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Se desejar, parcelar apenas o nitrogênio, aplicando o fósforo e o potássio na primeira adubação.

Adubação de produção: Aplicar, anualmente, 2 t/ha de esterco de galinha ou 10 t/ha de esterco de curral bem curtido, e as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo e produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
		Caqui (básico, "shibugaki") e pêra					
<15	70	60	40	20	60	40	20
15-25	110	70	50	30	80	50	30
>25	140	90	60	30	100	70	40
		Caqui ("amagaki") e maçã					
<12	100	60	40	20	70	50	30
12-20	150	90	60	30	110	70	40
>20	200	120	80	40	140	90	50
		Macadâmia					
<5	50	40	30	20	40	30	20
5-8	80	60	40	20	60	40	20
>8	100	80	50	30	80	50	30
		Pecã					
	50	40	30	20	40	30	20

Após a colheita, distribuir esterco, fósforo e potássio, na dosagem anual, misturados à terra da superfície em coroa larga, acompanhando a projeção da copa da planta no solo. Dividir o nitrogênio em quatro parcelas, aplicadas em cobertura, de dois em dois meses, a partir do início da brotação. Pode ser usada fórmula NPK, em relação próxima aos dos nutrientes aplicados, em quatro parcelas, de acordo com o esquema para nitrogênio.

Wilson Barbosa, Mário Ojima e Fernando Antonio Campo-Dall'Orto
Seção de Fruticultura de Clima Temperado - IAC
e Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.12 Goiaba

Espaçamento: Para indústria, 5 x 8 m ou 7 x 7 m (250 ou 204 plantas/hectare) e, para mesa, 5 x 6 m (330 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o magnésio ao teor mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio: Aplicar 20 litros de esterco de curral, ou 4 litros de esterco de galinha bem curtidos, ou 1 kg de torta de mamona por cova, em mistura com 200 g de P_2O_5 e 3 g de Zn, misturando com a terra da superfície, 20 dias antes do plantio.

Adubação de formação: Aplicar, de acordo com a análise de solo inicial do terreno, a seguinte adubação anual:

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/cova	—— P_2O_5, g/cova ——			—— K_2O, g/cova ——		
0-1	80	0	0	0	40	0	0
1-2	160	160	100	50	80	60	0
2-3	200	200	150	80	150	100	50
3-4	300	300	200	100	200	140	70

Aplicar os adubos em cobertura, em três parcelas, no início, meado e fim da época das chuvas, espalhando os fertilizantes na projeção das copas.

Adubação de produção: Aplicar, de acordo com a análise de solo realizada anualmente e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
<20	80	60	40	20	80	60	30
20-30	100	80	60	30	100	70	40
30-40	120	100	70	40	120	90	60
40-50	140	120	80	50	140	110	70
>50	160	140	100	60	160	120	80

Aplicar os adubos em três parcelas, no início, meado e fim da época das chuvas, em toda a área da projeção das copas.

Rui Ribeiro dos Santos
Estação Experimental de Monte Alegre do Sul - IAC
e José A. Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.13 Mamão

Espaçamento: 3 x 2 m, 3 x 3 m ou 4,5 x 2 m (1.000 a 1.700 plantas hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio e formação: Aplicar 5 litros de esterco de curral curtido, ou 2 litros de esterco de galinha por cova, em mistura com 60 g de P_2O_5, 30 g de K_2O e a melhor terra da superfície, 30 dias antes do plantio.

Aplicar duas vezes 10 g de N por planta, sendo metade um mês após o plantio e metade dois meses mais tarde.

Adubação de produção: Aplicar de acordo com a análise de solo inicial do terreno e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	N	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			B, mg/dm^3		Zn, mg/dm^3	
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,20	>0,20	0-0,5	>0,5
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			B, kg/ha		Zn, kg/ha	
<25	90	60	40	20	100	80	40	1,0	0	3	0
25-50	120	90	60	30	150	100	60	1,5	0	4	0
>50	160	120	90	50	200	150	100	2,0	0	5	0

Utilizar, em solos arenosos, 5 t/ha de esterco de galinha. Parcelar a adubação em três vezes: setembro, dezembro e março. Os adubos devem ser aplicados em faixas de 1,5 m de largura, a partir do caule, nos dois lados da planta.

Definir a adubação do segundo ano após nova análise de solo, utilizando a tabela acima.

Observação: *Empregar o potássio de preferência na forma de sulfato.*

Nilberto B. Soares
Seção de Fruticultura Tropical - IAC
e José A. Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

17.14 Manga

Espaçamento: 10 x10 m, 10 x 8 m e 8 x 6 m (100 a 208 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação de plantio: Aplicar 10 litros/cova de esterco de curral curtido ou 3 litros de esterco de galinha, em mistura com 200 g de P_2O_5, 5 g de Zn e a melhor terra da superfície, 30 dias antes do plantio.

Adubação de formação: Aplicar de acordo com a análise de solo inicial da gleba e a idade das plantas.

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³			
		0-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	N, g/planta	—— P_2O_5, g/planta ——			——— K_2O, g/planta ———			
0-1	30	0	0	0	40	0	0	0
1-2	60	160	80	60	80	40	0	0
2-3	120	240	160	100	160	120	80	40
3-4	160	320	240	120	240	180	120	80

Utilizar o adubo em três parcelas, no início, meado e final da estação das chuvas, ao redor das plantas e na projeção das copas.

Adubação de produção: Aplicar anualmente, de acordo com a análise de folhas realizada no florescimento, a análise de solo realizada pelo menos a cada 2 anos e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	N nas folhas, g/kg			P resina, mg/dm³				K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³			
	<10	10-12	>12	0-5	6-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	—— N, kg/ha ——			—— P_2O_5, kg/ha ——				—— K_2O, kg/ha ——			
<10	20	10	0	30	20	10	0	30	20	10	0
10-15	30	20	0	40	30	20	0	50	30	20	0
15-20	40	30	0	60	40	30	0	60	40	30	0
>20	50	40	0	80	60	40	0	80	50	40	0

Aplicar o fósforo, preferivelmente em dose única, antes do florescimento. Quando utilizar formulação NPK, parcelar o P juntamente com N e K. As doses de nitrogênio e potássio devem ser aplicadas na superfície do solo, em três parcelas, sendo a primeira no início das chuvas e as outras após a colheita, até o final do período chuvoso.

Adubação foliar: Por ocasião do primeiro tratamento fitossanitário, visando à proteção da florada, antes da emissão da panícula, acrecentar à calda de pulverização 3 g/L de sulfato de zinco e 1 g/L de ácido bórico. Essa aplicação de micronutrientes deve ser repetida quando houver um fluxo novo de brotação nas plantas.

Observação: *Em pomares com incidência de colapso interno dos frutos, sugere-se a aplicação, em março-abril, de 2 t/ha de gesso, em solos até com 30% de argila e 3 t/ha para solos argilosos. Repetir a aplicação após 3 anos, dependendo do resultado de análise da amostra de solos da camada de solo a 20-40 cm de profundidade.*

José A. Quaggio (Coordenador), Nilberto B. Soares, Pedro R. Furlani e Bernardo van Raij - IAC

Clóvis de Toledo Piza Junior e Ryosuke Karati - DEXTRU, CATI

Alberto Carlos de Queiroz Pinto-EMBRAPA/CPAC

17.15 Maracujá

Espaçamento: 6 x 4 m, 6 x 3 m ou 6 x 2,5 m (420 a 670 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o magnésio a um teor mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação de plantio: Aplicar, por cova, 40 litros de esterco de curral curtido ou composto ou 8 litros de esterco de galinha, 200 g de calcário dolomítico, 200 g de P_2O_5, 4 g de Zn e 1 g de B. Misturar o adubo orgânico, o calcário e os adubos minerais com a terra, com antecedência mínima de 30 dias do transplante.

Adubação de formação: Aplicar por planta 10 g de N 30 dias após o plantio; 15 g de N aos 60 dias; 50 g de N e 50 g de K_2O aos 90 dias. Os adubos devem ser espalhados em um círculo de 0,5 m de diâmetro. No plantio de outono, a adubação deverá ser feita em conjunto com a irrigação. Quando a planta alcançar o suporte sobre o qual irá se desenvolver, utilizar as doses de nutrientes da tabela de adubação de produção, conforme a expectativa de produtividade.

Adubação de produção: Aplicar as quantidades abaixo, de acordo com a análise inicial do solo e a produtividade esperada.

Produti-vidade-esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-12	13-30	>30	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			
<15	60	40	20	10	180	130	80	40
15-20	80	60	40	10	240	180	120	60
20-25	100	80	40	20	300	230	160	80
25-30	120	100	50	40	360	280	200	100
30-35	140	120	80	60	420	330	240	120
>35	160	140	100	80	480	380	280	140

As doses de nutrientes deverão ser aplicadas antes dos principais fluxos de floração. Para tanto, parcelar em 4 a 5 aplicações, geralmente nos meses de setembro, novembro, janeiro e março. Aplicar os adubos numa faixa de 2 m de comprimento por 1 m de largura, nos dois lados da planta, 20 a 30 cm a partir do tronco.

Em outubro-novembro aplicar, juntamente com a adubação mineral, 2 kg/ha de B e 4 kg/ha de Zn, em solos deficientes nesses micronutrientes (B <0,21 mg/dm^3 e Zn <0,6 mg/dm^3). A aplicação de micronutrientes também pode ser feita por via foliar, com cinco pulverizações, nos meses de outubro a abril, utilizando calda com 300 g de sulfato de zinco, 100 g de ácido bórico e 500 g de uréia por 100 litros de água. Se for constatada deficiência de molibdênio, pulverizar com solução contendo 10 g de molibdato de amônio por 100 litros de água.

Clóvis de Toledo Piza Junior (Coordenador) - DEXTRU/CATI
José Antonio Quaggio - IAC
Laura Maria M. Meletti - IAC
José Rafael da Silva-Indústrias Maguary
Abel Rebouças São José-Universidade do Sudoeste da Bahia
Ryosuke Karati-DEXTRU/CATI

17.16 Uvas finas para mesa e passa

Cultivares: Itália, Rubi, Benitaka, Patrícia, Maria, Paulistinha, Centennial Seedless (sem sementes) e Red Globe.

Espaçamento: 4 x 3 m ou 4 x 4 m ou 5 x 3 m (833, 625 ou 666 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%. Antes da formação do vinhedo, incorporá-lo o mais profundamente possível. Em vinhedos já instalados, aplicar o calcário em área total, antes da poda, incorporando-o ligeiramente ao solo.

Adubação de implantação: Aplicar, por cova, 40 litros de esterco de curral curtido, ou 10 litros de esterco de galinha, ou 2 kg de torta de mamona e 1 kg de calcário dolomítico, em mistura com a terra da superfície e com a adubação mineral, de acordo com a análise de solo:

P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
P_2O_5, g/cova			K_2O, g/cova		
300	200	100	150	100	50

Em cobertura, aos 60 e 120 dias após o plantio dos porta-enxertos, aplicar 30 g de N por planta, por vez.

Adubação de formação (após a enxertia): Aplicar, de acordo com a análise de solo, a seguinte adubação:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
60	150	100	50	100	70	50

Aplicar em cobertura, ao redor das plantas, parcelando em três vezes, a primeira 30 dias após a brotação e as demais até dezembro.

Adubação de produção: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Meta de produtividade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
<23	200	400	240	120	320	200	120
23-35	250	500	300	150	400	250	150
>35	300	600	360	180	480	300	180

Na poda do primeiro ano de produção, utilizar a metade da dose da tabela acima.

Aplicar 40 t/ha de esterco de curral curtido, ou 6 t/ha de esterco de galinha,ou 2,5 t/ha de torta de mamona, enterrando em covas ao lado das plantas, um mês antes da poda de produção.

Em caso de deficiência de boro, ou quando o teor de B no solo for inferior a 0,21 mg/dm^3, aplicar no solo 1,5 kg/ha de B, logo após a poda.

Aplicar 1/2 do P e do K e 1/3 do N, juntamente com o adubo orgânico, um mês antes da poda. Aplicar o restante do P, 30 dias após a poda. Parcelar o restante do N e do K em três vezes iguais, aos 30 dias após a poda, na fase de *chumbinho* e na fase de *meia baga*, espalhando os adubos ao redor das plantas.

Observações:

a) *O boro também pode ser aplicado em pulverização com uma solução contendo 1 g/litro por vez de ácido bórico, aplicada em três vezes antes do florescimento, de 7 em 7 dias.*

b) ***Colheita precoce:*** *Para a região oeste do Estado de São Paulo acrescentar, em cobertura, 80 kg/ha de N e 80 kg/ha de K_2O após a poda de formação, parcelando em duas ou três vezes, de novembro a fevereiro. Se disponível, aplicar também 30 t/ha de esterco de curral curtido, antes da poda.*

Maurilo Monteiro Terra
Seção de Viticultura - IAC

17.17 Uvas rústicas para mesa, vinho e suco

Cultivares: Niagara Branca ou Rosada, Isabel, Seibel-2, IAC-138-22 e Concord.

Espaçamento: 2 x 1 m (5.000 plantas/hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%. Antes da formação do vinhedo, aplicar o calcário em área total, incorporando o mais profundamente possível. Em vinhedos já instalados, empregar calcário em área total, antes da poda, misturando ligeiramente ao solo.

Adubação de implantação: Aplicar, por cova, 10 litros de esterco de curral, ou 3 litros de esterco de galinha, ou 500 g de torta de mamona e 1 kg de calcário dolomítico, em mistura com a melhor terra da superfície e com a adubação mineral, de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
P_2O_5, g/cova			K_2O, g/cova		
80	60	40	40	30	20

Aplicar, em cobertura, aos 60 e 120 dias após o plantio dos porta-enxertos, 20 g de N por planta, por vez.

Adubação de formação (após a enxertia): Utilizar, de acordo com a análise de solo, a seguinte adubação:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, g/planta	P_2O_5, g/planta			K_2O, g/planta		
20	30	20	10	30	20	10

Aplicar em cobertura, ao lado das plantas, parcelando em três vezes, a primeira 30 dias após a brotação e as demais até dezembro.

Adubação de produção: Aplicar a adubação mineral de acordo com a análise de solo e a meta de produtividade.

Meta de produtividade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
		0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
<13	135	320	180	80	225	110	60
13-22	180	400	250	100	300	150	75
>22	230	500	310	120	380	190	90

Na poda do primeiro ano de produção, utilizar metade da dose da tabela acima.

Aplicar 30 t/ha de esterco de curral curtido, ou 8 t/ha de esterco de galinha ou 2 t/ha de torta de mamona, enterrando em sulcos ao lado das plantas, um mês antes da poda.

Em caso de deficiência de boro, quando o teor no solo for inferior a 0,21 mg/dm^3, aplicar 2,5 kg/ha de B , logo após a poda.

Aplicar 1/2 do P e do K e 1/3 do N, juntamente com o adubo orgânico, um mês antes da poda. Aplicar o restante do P, 30 dias após a poda. Parcelar o restante do N e do K em três vezes iguais, aos 30 dias após a poda, na fase de *chumbinho* e na fase de *meia baga*, espalhando os adubos ao lado das plantas.

Observação: *O boro também pode ser aplicado em pulverização, antes do florescimento, em três vezes, empregando solução contendo 1 g/litro de ácido bórico.*

Maurilo Monteiro Terra
Seção de Viticultura - IAC

18. HORTALIÇAS

Página

18. HORTALIÇAS

Paulo Espíndola Trani
Seção de Hortaliças - IAC

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

18.1 Informações gerais

As hortaliças constituem um grupo de plantas com características próprias de cultivo, pelo uso intensivo do solo com dois ou três cultivos por ano, em geral sob irrigação, requerendo utilização de quantidades elevadas de calcário e fertilizantes orgânicos e minerais, que podem representar de 20 a 30% dos custos de produção.

Recomenda-se a análise de solo, anualmente, ou com maior freqüência, quando se fizer a sucessão ou rotação de hortaliças e outras culturas. Além da análise química, é importante também obter uma análise granulométrica (textura) da área no início da exploração do terreno com hortaliças.

A análise química foliar é útil durante o desenvolvimento das hortaliças, pois permite a comparação entre o estado nutricional de plantas com sintomas e o de plantas normais.

Calagem

A incorporação do calcário deve, sempre que possível, ser feita até 20 a 30 cm de profundidade pois, ao contrário do que se pensa, diversas hortaliças têm o sistema radicular tão profundo quanto culturas extensivas. Dentre as hortaliças de sistema radicular profundo pode-se citar: abóbora, alcachofra, aspargo, batata doce, melancia e tomate. Com o sistema radicular moderadamente profundo destacam-se: beterraba, berinjela, cenoura, ervilha, feijão-vagem, melão, nabo, pimentão e pepino. Naturalmente, a profundidade das raízes é influencida pelo solo, sendo difícil uma classificação do comprimento do sistema radicular de maneira padronizada.

A escolha do tipo de calcário dependerá de fatores locais, devendo-se garantir a neutralização da acidez e a adição de magnésio, quando necessária. A aplicação deve ser feita com pelo menos 20 a 30 dias de antecedência ao plantio, para permitir uma ação adequada na correção da acidez do solo. A irrigação do solo após a aplicação do calcário tornará mais rápida a sua ação corretiva.

Adubação orgânica

Apesar do custo crescente do transporte, a aplicação de fertilizantes orgânicos em hortaliças é altamente econômica. São usados estercos de animais, material vegetal triturado, compostos, adubos verdes, tortas vegetais, etc.

É fundamental a aplicação de material já fermentado ou "curtido", com pouca umidade e peneirado, para facilidade de aplicação de maneira uniforme sobre a área a ser instalada com hortaliças. A aplicação dos fertilizantes orgânicos deve ser feita na área total dos canteiros, sulcos ou covas, incorporando-se uniformemente, com antecedência de 30 a 40 dias ao plantio das hortaliças.

O preparo e utilização do composto orgânico pelo agricultor deve ser incentivado ao máximo, já que este tem-se mostrado freqüentemente superior a outros adubos orgânicos. Isso pode ser devido ao fato que a compostagem inviabiliza a germinação de sementes de plantas daninhas e diminui a ação de alguns patógenos, como por exemplo fusarium e rizoctonia, muitas vezes presentes em materiais vegetais crus. Além desses efeitos, o processo e tempo de fermentação de diversos tipos de material orgânico, diminui a ação de resíduos de herbicidas, antibióticos e hormônios, por vezes presentes nesses materiais, contribuindo também para eliminar vermes e outros agentes causadores de doenças em seres humanos.

Recomenda-se o preparo do composto com utilização de 3 a 4 partes de material com alta relação C/N (bagacilho de cana, casca de arroz, entre outros), para uma parte com baixa relação C/N (estercos, plantas leguminosas, etc.), alternando-se em camadas de 20 cm aproximadamente de cada um, até uma altura de cerca de 1,5 m. A largura das camadas varia de 3 a 4 m e o comprimento, conforme a disponibilidade da área. Tal material, irrigado e revirado inicialmente a cada 3 a 5 dias e, no final, a cada 10 a 15, leva em média 60 a 90 dias para estar preparado.

Adubação mineral

As quantidades de nutrientes recomendadas baseiam-se na análise de solo. As tabelas levaram em conta as exigências nutricionais das culturas, produtividade esperada, resultados de experimentos regionais, quando existentes, e informações da literatura.

Adubação mineral de plantio

No caso das hortaliças, é particularmente importante a localização dos fertilizantes. Deve-se levar em consideração a distribuição do sistema radicular,

o espaçamento entre linhas e plantas, a textura do solo e tipo de irrigação utilizada (aspersão, infiltração ou gotejo). Em solos argilosos ou orgânicos, os adubos minerais devem ser aplicados nas linhas de plantio ou em covas. A aplicação localizada melhora o efeito do fósforo, pela menor fixação pelo solo.

Em solos arenosos, a concentração inicial de fertilizantes de efeito salino ou cáustico nos sulcos de plantio pode ser danosa ao desenvolvimento inicial de algumas hortaliças, razão pela qual, quando aplicados em altas doses, recomenda-se a esparramação em área total dos canteiros.

Adubação mineral em cobertura

O parcelamento é, em geral, realizado com nitrogênio ou com nitrogênio e potássio. De maneira geral, a aplicação de fósforo não é recomendada em cobertura para culturas tradicionais.

Para hortaliças, as recomendações de fósforo são, em alguns casos, elevadas, chegando a 600 kg/ha de P_2O_5 ou mais. Nesses casos, admite-se aplicação de parte do nutriente em cobertura, na proporção de 1/4 até 1/3 das quantidades de N e K como, por exemplo, com as fórmulas 12-4-12, 20-5-20 ou similares. A aplicação do fósforo em cobertura é mais eficaz se o adubo for enterrado ou coberto com terra, como acontece, por exemplo, com o tomateiro. Nessas condições, pode haver estímulo a maior desenvolvimento radicular. Não é recomendável a utilização de fórmulas em cobertura que contenham elevados teores de fósforo, em que o nutriente se encontre em relações semelhantes ou superiores ao nitrogênio ou ao potássio, tais como 1:1:1 ou 1:2:1. A maior parte do fósforo deve ser sempre aplicada no plantio.

Uso de micronutrientes

Em cada tabela de recomendação de calagem e adubação, são recomendados aqueles micronutrientes cujas deficiências são mais prováveis de ocorrer. O conhecimento específico da área, utilização da análise de solo e diagnose foliar, além da exigência nutricional da hortaliça, auxiliam na recomendação dos micronutrientes. A aplicação pode ser feita no solo ou nas folhas.

Sempre que possível utilizar fórmulas NPK que contenham os micronutrientes. No caso da aplicação desses produtos separadamente por ocasião do plantio, devido às baixas quantidades necessárias, recomenda-se a mistura com areia ou terra seca peneirada, ou ainda com o próprio fertilizante NPK de granulometria semelhante, para uniformidade de distribuição.

Quanto à aplicação via foliar, evitar a mistura dos micronutrientes com defensivos sem a orientação do fabricante quanto à compatibilidade.

Os defensivos contendo micronutrientes (oxicloreto de cobre, mancozeb, zineb, etc.) têm-se mostrado fontes alternativas desses elementos para as plantas.

18.2 Composição química e diagnose foliar

O quadro 18.1 apresenta os conteúdos de macronutrientes primários - N, P e K - na parte colhida de hortaliças, bem como as produtividades médias obtidas. Esses dados permitem calcular, aproximadamente, as quantidades desses nutrientes que são removidos pelas colheitas, dando ainda idéia das necessidades das culturas.

Instruções específicas para amostragem de folhas das diferentes espécies de hortaliças são indicadas no quadro 18.2. Para maior eficiência da diagnose foliar, é importante que essas instruções sejam seguidas da melhor maneira possível.

A interpretação dos resultados da análise química das folhas de hortaliças pode ser feita consultando o quadro 18.3, para macronutrientes e o quadro 18.4, para micronutrientes.

Cabe frisar que há variações substanciais nos teores de nutrientes em folhas pelas diferenças de épocas de amostragem, posição das folhas ou, ainda, diferenças de cultivares. Assim, os números apresentados devem ser considerados apenas como um subsídio para a identificação de problemas nutricionais. É importante recorrer a amostras pareadas, amostrando separadamente plantas normais e com problemas, analisando também o solo, obtendo indicações sobre adubações utilizadas e, com base nesse conjunto de informações, realizar a diagnose de problemas nutricionais.

Quadro 18.1. Conteúdo dos macronutrientes primários na parte fresca colhida de hortaliças e produtividade média

Cultura	N	P	K	Produtividade média
	kg/t			t/ha
Abobrinha	1,1	0,3	1,8	10-20
Abóbora rasteira	1,1	0,3	1,8	10-15
Alcachofra	3,1	0,5	5,3	4-6
Alface	1,6	0,2	2,0	20-30
Alho	6,8	1,1	4,7	4-8
Aspargo	2,4	0,4	5,3	4-7
Berinjela	2,2	0,3	2,3	30-60
Beterraba	2,4	0,5	4,2	15-30
Brócolos	3,6	0,7	3,3	10-30
Cebola	1,8	0,5	2,8	20-40
Cenoura	2,6	0,4	4,3	25-45
Couve-flor	3,1	0,5	2,0	8-16
Ervilha	4,8	0,7	6,4	1,5-2,0
Feijão-vagem	2,1	0,4	2,0	20-25
Jiló	2,3	0,4	2,9	16-20
Melancia	1,5	0,2	1,1	30-50
Melão	2,0	0,5	2,4	20-40
Moranga	1,3	0,2	3,4	10-15
Morango	1,3	0,3	1,5	30-35
Nabo	1,7	0,3	2,6	6-8
Pepino	1,1	0,3	1,7	20-50
Pimenta	2,0	0,4	2,0	4-16
Pimentão	1,6	0,3	0,7	30-40
Quiabo	2,2	0,5	2,8	15-22
Rabanete	1,9	0,3	2,7	15-30
Repolho	1,7	0,3	1,5	30-60
Tomate estaqueado	1,4	0,2	1,7	50-100
Tomate rasteiro	1,5	0,2	1,8	30-50

Quadro 18.2. Recomendações de amostragem de folhas de hortaliças

Cultura	Descrição da amostragem
Abóbora	9.ª folha a partir da ponta, no início da frutificação: 15 plantas.
Agrião	Folhas compostas do topo da planta: 25 plantas.
Aipo	Parte aérea; 70 dias após o transplante: 20 plantas.
Alcachofra	Folhas desenvolvidas, aos 180 dias após a brotação: 15 plantas.
Alface	Folhas recém-desenvolvidas, de metade a 2/3 do ciclo: 15 plantas.
Alho	Folha recém-desenvolvida, porção não branca, no início da bulbificação: 15 plantas
Aspargo	Folha superior mais recém-desenvolvida: 15 plantas.
Berinjela	Pecíolo da folha recém-desenvolvida: 15 plantas.
Beterraba	Folha recém-desenvolvida: 20 plantas.
Brócolo	Folha recém-desenvolvida, na formação da cabeça: 15 plantas.
Cebola	Folha mais jovem, metade do ciclo de crescimento: 20 plantas.
Cenoura	Folha recém-madura, metade a 2/3 do crescimento: 20 plantas.
Chicória	Folha mais velha, na formação da 8.ª folha, 15 plantas.
Couve	Folha recém-desenvolvida: 15 plantas.
Couve-flor	Folha recém-desenvolvida, formação da cabeça: 15 plantas.
Ervilha	Folíolo recém-desenvolvido, no florescimento: 50 folíolos.
Espinafre	Folha recém-desenvolvida, 30 a 50 dias, 20 plantas.
Feijão-vagem	4.ª folha a partir da ponta, do florescimento ao início da formação das vagens: 30 plantas.
Jiló	Folha recém-desenvolvida, no florescimento: 15 plantas.
Melancia	5.ª folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical, da metade até 2/3 do ciclo da planta: 15 plantas.
Melão	5.ª folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical da metade até 2/3 do ciclo da planta: 15 plantas.
Morango	3.ª ou 4.ª folha recém-desenvolvida (sem pecíolo), no início do florescimento: 30 plantas.
Nabo	Folha recém-desenvolvida, no início do engrossamento das raízes: 20 plantas.
Pepino	5.ª folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical, no início do florescimento: 20 plantas.
Pimenta	Folha recém-desenvolvida, do florescimento até a metade do final do ciclo: 25 plantas.
Pimentão	Folha recém-desenvolvida, do florescimento à metade do ciclo: 25 plantas.
Quiabo	Folhas recém-desenvolvidas, no início da frutificação (40-50 dias): 25 plantas.
Rabanete	Folhas recém-desenvolvidas: 30 plantas.
Repolho	Folha envoltória, 2 a 3 meses: 15 plantas.
Salsa	Parte aérea: 30 plantas.
Tomate	Folha com pecíolo, por ocasião do 1.º fruto maduro: 25 plantas.

Quadro 18.3. Faixas de teores adequados de macronutrientes em folhas de hortaliças

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Abóbora	30-40	4-6	25-45	25-45	5-10	2-3
Agrião	40-60	7-13	40-80	10-20	2-5	2-4
Aipo	20-30	4-6	60-80	25-40	3-6	2-3
Alcachofra	25-35	4-5	25-40	20-25	5-15	-
Alface	30-50	4-7	50-80	15-25	4-6	1,5-2,5
Alho	35-50	3-5	35-50	6-12	2-4	4-6
Aspargo	30-50	3-6	20-40	10-20	3-7	2-4
Berinjela	40-60	3-12	35-60	10-25	3-10	-
Beterraba	30-50	2-4	20-40	25-35	3-8	2-4
Brócolos	30-55	3-8	20-40	12-25	2,5-6	3-8
Cebola	25-35	2-4	30-50	15-30	3-5	5-8
Cenoura	20-30	2-4	40-60	25-35	4-7	4-8
Chicória	40-50	4-7	50-60	15-25	2,5-5	-
Couve	30-55	3-7	20-40	13-25	2,5-7	-
Couve-flor	40-60	4-8	25-50	20-35	2,5-5	-
Ervilha	40-60	3-8	20-35	12-20	3-7	-
Espinafre	30-60	3-7	30-60	25-40	6-10	4-7
Feijão-vagem	40-60	3-7	25-40	15-30	3-8	2-5
Jiló	45-60	3-7	20-50	12-25	2,2-5	-
Melancia	25-50	3-7	25-40	25-50	5-12	2-3
Melão	25-50	3-7	25-40	25-50	5-12	2-3
Morango	15-25	2-4	20-40	10-25	6-10	1-5
Nabo	35-40	3-6	35-50	15-40	3-10	-
Pepino	45-60	3-12	35-50	15-35	3-10	4-7
Pimenta	30-45	3-7	30-50	15-35	3-12	-
Pimentão	30-60	3-7	40-60	10-35	3-12	-
Quiabo	35-50	3-5	25-40	35-45	6-9	2,5-4
Rabanete	30-60	3-7	40-75	30-45	5-12	-
Repolho	30-50	4-7	30-50	15-30	4-7	3-7
Salsa	30-50	4-8	25-40	7-20	2-5	-
Tomate	40-60	4-8	30-50	14-40	4-8	3-10

Quadro 18.4. Faixas de teores adequados de micronutrientes em folhas de hortaliças

Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg/kg					
Abóbora	25-60	10-25	60-200	50-250	0,5-0,8	5-100
Agrião	25-50	6-15	50-100	50-250	-	20-40
Aipo	20-80	5-10	50-130	40-130	-	25-80
Alcachofra	40-80	10-20	60-200	50-250	0,5-1,0	25-60
Alface	30-60	7-20	50-150	30-150	0,8-1,4	30-100
Alho	30-60	5-10	50-100	30-100	-	30-100
Aspargo	50-120	7-20	50-300	50-250	-	20-100
Berinjela	25-75	7-60	50-300	40-250	-	20-250
Beterraba	40-80	5-15	70-200	70-200	-	20-100
Brócolos	30-100	5-15	70-300	25-200	-	35-200
Cebola	30-50	10-30	60-300	50-200	-	30-100
Cenoura	30-80	5-15	60-300	60-200	0,5-1,5	25-100
Chicória	25-75	5-25	40-150	15-250	-	30-250
Couve	30-100	4-25	60-300	30-250	0,1-0,15	30-250
Couve-flor	30-80	4-15	30-200	25-250	0,5-0,8	20-250
Ervilha	25-60	7-25	50-300	30-400	0,6-1,0	25-100
Espinafre	40-100	5-25	60-200	30-250	-	25-100
Feijão-vagem	20-60	10-30	50-300	50-300	0,4-0,8	30-100
Jiló	50-80	11-25	50-300	70-250	0,5-1,0	20-200
Melancia	30-80	10-15	50-300	50-250	-	20-60
Melão	30-80	10-15	50-300	50-250	-	20-100
Morango	35-100	5-20	50-300	30-300	0,5-1,0	20-50
Nabo	40-100	6-25	40-300	40-250	-	20-250
Pepino	25-60	7-20	50-300	50-300	0,8-1,3	25-100
Pimenta	30-100	8-20	50-300	30-250	-	30-100
Pimentão	30-100	8-20	50-300	30-250	-	30-100
Quiabo	40-80	15-25	60-120	40-80	0,5-0,8	40-80
Rabanete	25-125	5-25	50-200	50-250	-	20-250
Repolho	25-75	8-20	40-200	35-200	0,5-0,8	30-100
Salsa	30-100	5-15	50-300	25-250	-	25-100
Tomate	30-100	5-15	100-300	50-250	0,4-0,8	30-100

18.3 Abobrinha ou abóbora de moita; abóbora rasteira, moranga e híbridos; bucha e pepino

Espaçamentos: Abobrinha - 1,0 a 1,2 x 0,6 a 0,8 m; abóbora rasteira - 4 x 2 a 4 m; moranga - 3 x 3 m; híbridos - 3 x 2 m; bucha - 3 x 2 m; pepino - 1,0 x 0,3 a 0,6 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar de 20 a 40 t/ha de esterco de curral curtido, ou um quarto dessas quantidades em esterco de galinha, cerca de 30 dias antes da semeadura. Pode-se ainda utilizar um décimo dessa dose como torta de mamona fermentada. Neste caso, aplicar nas covas.

Adubação mineral de plantio: Aplicar o adubo misturando-o com a terra dos sulcos ou covas, cerca de 10 a 15 dias antes da semeadura. As quantidades são determinadas pela análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
40	400	300	200	200	150	100

B, mg/dm^3		Cu, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3	
0-0,20	>0,20	0-0,2	0,3-1,0	>1,0	0-0,5	>0,5
B, kg/ha		Cu, kg/ha			Zn, kg/ha	
1	0	4	2	0	3	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 100 a 150 kg/ha de N e 60 a 120 kg/ha de K_2O, parcelando em três aplicações: a primeira aos 15 a 20 dias após a germinação e as demais a cada 15 a 20 dias. As quantidades maiores ou menores dependerão da análise de solo, foliar, cultivar utilizado e produtividade esperada.

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos,
Arlete Marchi Tavares de Melo, Walkyria B. Scivittaro e Hiroshi Nagai
Seção de Hortaliças - IAC

18.4 Aipo ou salsão

Espaçamentos: 0,9 x 0,3 m (mesa) e 0,5 x 0,2 m (indústria).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação orgânica: Aplicar, 10 a 20 dias antes do transplante das mudas, 30 a 50 t/ha de esterco de curral curtido ou 1/4 dessas doses de esterco de galinha, ou 2,5 a 4,0 t/ha de torta de mamona fermentada, sendo as doses maiores para solos arenosos.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmolc/dm³		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/h			K_2O, kg/ha		
20	360	240	180	180	120	60

B, mg/dm³			Zn, mg/dm³	
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,5	>0,5
B, kg/ha			Zn, kg/ha	
3,0	1,5	0	3	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 120 kg/ha de N e 60 kg/ha de K_2O, parcelando em duas vezes, aos 20 e 40 dias após o transplante das mudas.

Observação: *Se a cultura apresentar sintomas de deficiência de boro, pulverizar uma vez por mês, durante o crescimento do aipo, com uma solução de ácido bórico a 0,3 g/litro ou bórax a 0,5 g/litro (dissolver este produto em água quente). O sintoma típico de deficiência de boro no aipo é o aparecimento de rachaduras de coloração castanha nos pecíolos, tornando o produto sem valor comercial.*

Paulo Espíndola Trani e Joaquim A. de Azevedo Filho
Seção de Hortaliças - IAC

18.5 Alcachofra

Espaçamento: 2,0 a 2,5 x 1,0 a 1,5 m (2.666 a 5.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de magnésio no mínimo em 5 mmolc/dm³.

Adubação orgânica: Aplicar de 40 a 50 t/ha de esterco de curral curtido ou 10 a 12 t/ha de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: Aplicar os nutrientes com base na análise de solo e a tabela seguinte:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmolc/dm³			B, mg/dm³		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,20	0,21-0,60	>0,60
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			B, kg/ha		
40	400	200	100	160	100	40	2	1	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de 50 a 100 kg/ha de N, dividindo em duas aplicações, aos 30 e 60 dias após o plantio. Em solos com teores baixos de potássio (<1,5 mmolc/100 dm³), aplicar 50 kg/ha de K_2O em cobertura.

Paulo Espíndola Trani e Francisco Antonio Passos
Seção de Hortaliças - IAC

18.6 Alface, almeirão, chicória, escarola, rúcula e agrião d'água

Espaçamentos: 0,20 a 0,30 m x 0,20 a 0,30 m (alface); 0,15 a 0,25 m x 0,10 a 0,20 m (almeirão); 0,40 x 0,30 m (chicória e escarola); 0,20 a 0,25 m x 0,05 m (rúcula) e 0,15 a 0,20 m x 0,15 a 0,20 m (agrião d'água).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% para alface rúcula, e agrião, e a 70% para almeirão, chicória e escarola.

Adubação orgânica: Utilizar 60 a 80 t/ha de esterco de curral ou um quarto dessa quantidade de esterco de galinha. O material deve ser bem curtido.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
40	400	300	200	150	100	50

Misturar os adubos minerais ao solo, juntamente com o adubo orgânico, pelo menos 10 dias antes da semeadura ou transplante das mudas.

Acrescentar, à adubação mineral de plantio a ser aplicada com a adubação orgânica, 1 kg/ha de B para todas as hortaliças acima citadas.

Adubação mineral de cobertura:

1. Alface de semeadura direta - 60 a 90 kg/ha de N, parcelando em 3 aplicações, aos 15, 30 e 45 dias após a germinação. No sistema de transplante de mudas, parcelar o N aos 10, 20 e 30 dias após o transplante.

2. Almeirão - 60 a 90 kg/ha de N, parcelando aos 10, 20 e 30 dias após a germinação.

3. Chicória e escarola - 60 a 90 kg/ha de N, parcelando aos 10, 20 e 30 dias após o transplante das mudas.

4. Rúcula - 120 kg/ha de N, parcelando aos 7, 14 e 21 dias após a germinação.

5. Agrião d'água - 60 a 90 kg/ha de N, parcelando essas doses em 3 a 4 aplicações, a cada 10 dias.

Observação: *As menores ou maiores quantidades de N dependerão de fatores como adubação orgânica e verde anteriores, análise de solo, análise foliar e cultivar utilizado.*

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos
e Joaquim A. de Azevedo Filho
Seção de Hortaliças - IAC

18.7 Alho

Espaçamento: 0,20 a 0,30 m x 0,07 a 0,15 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar de 20 a 40 t/ha de esterco de curral bem curtido, ou 5 a 10 t/ha de esterco de galinha curtido, 15 a 30 dias antes do plantio.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			Zn, mg/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,5	0,6-1,2	>1,2
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——			—— Zn, kg/ha ——		
20	360	240	120	120	80	40	5	3	0

Acrescentar à adubação mineral de plantio, 3 kg/ha de B, cerca de 10 dias antes do plantio.

Adubação mineral de cobertura:

1) **Alho comum ou "semi nobre" (Lavínia, Chinês, Amarante, etc.)** - de 40 a 80 kg/ha de N e 40 kg/ha de K_2O, parcelando aos 30 e 50 dias após a brotação. Utilizar a menor ou maior dose de nitrogênio, conforme o estado vegetativo da cultura no campo.

2) **Alho "nobre vernalizado" (Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, etc.)** - de 20 a 60 kg/ha de N e 40 kg/ha de K_2O, parcelando essas doses aos 30 e 50 dias após a brotação. Utilizar a menor ou a maior dose de nitrogênio, conforme o estado vegetativo da cultura no campo.

Paulo Espíndola Trani e Marcelo Tavares
Seção de Hortaliças - IAC

e Walter José Siqueira
Seção de Genética - IAC

18.8 Alho-porro e cebolinha

Espaçamento: 0,40 x 0,15 m (alho porro); 0,25 x 0,15 m (cebolinha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação orgânica: Aplicar, cerca de 30 dias antes do transplante das mudas, 40 a 60 t/ha de esterco de curral bem curtido ou 1/4 dessa quantidade de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: Empregar de acordo com a análise de solo e as especificações da seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
40	360	240	120	160	120	80

Utilizar os adubos pelo menos 10 dias antes do transplante das mudas, acrescentando 1 kg/ha de B.

Adubação mineral de cobertura: Empregar 120 kg/ha de N e 60 kg/ha de K_2O, parcelando em três vezes, aos 15, 30 e 45 dias após o transplante.

Paulo Espíndola Trani e Marcelo Tavares
Seção de Hortaliças - IAC

e Walter José Siqueira
Seção de Genética - IAC

18.9 Aspargo

Espaçamento: 2,0 x 0,3 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de magnésio no mínimo em 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aos 10 a 20 dias antes do transplante das mudas, aplicar 40 a 80 t/ha de esterco de curral curtido ou 1/3 dessa dose de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: As quantidades de nutrientes são indicadas pela análise de solo, com o uso da seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/h			K_2O, kg/ha		
30	750	500	250	250	150	100

B, mg/dm³			Zn, mg/dm³	
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,5	>0,5
B, kg/ha			Zn, kg/ha	
3,0	1,5	0	3	0

Adubação mineral de cobertura: Utilizar 90 a 150 kg/ha de N e 60 a 120 kg/ha de K_2O, parcelando essas doses em 3 vezes, aos 10, 25 e 40 dias após o transplante.

Observação: *Anualmente, após a colheita, aplicar metade da adubação de plantio, no início da primavera. Incorporar os fertilizantes fosfatados junto à leira, próximo ao rizoma, cobrindo com terra.*

Paulo Espíndola Trani
Seção de Hortaliças - IAC

18.10 Berinjela, jiló, pimenta-hortícola e pimentão

Espaçamentos: 1,2 a 1,5 m x 0,8 a 1,0 m (berinjela); 1,2 a 1,8 m x 0,8 a 1,0 m (jiló); 1,2 a 1,4 m x 0,7 a 0,9 m (pimenta); e, 1,0 a 1,2 m x 0,4 a 0,6 m (pimentão).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Utilizar de 10 a 20 t/ha de esterco de curral curtido, ou 1/4 dessas quantidades como esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: Aplicar os fertilizantes, cerca de 10 dias antes do transplante das mudas, no sulco de plantio, em quantidades de acordo com a análise de solo, e a tabela seguinte:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, $mmol_c/dm^3$			Zn, mg/dm³	
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0,6	>0,6
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			Zn, kg/ha	
40	600	320	160	180	120	60	3	0

Acrescentar à adubação de plantio 1 kg/ha de B e de 10 a 30 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de 80 a 120 kg/ha de N e de 80 a 120 kg/ha de K_2O, parcelando em 4 a 6 vezes. As quantidades menores ou maiores dependerão da análise de solo, análise foliar, cultivar, produtividade esperada e sistema de cultivo (campo ou protegido).

Paulo Espíndola Trani, Arlete M. Tavares de Melo,
Francisco Antonio Passos, Marcelo Tavares,
Hiroshi Nagai e Walkyria B. Scivittaro
Seção de Hortaliças - IAC

18.11 Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa

Espaçamentos: 0,25 a 0,30 m x 0,10 a 0,15 m (beterraba); 0,20 x 0,06 m (cenoura); 0,40 x 0,15 m (nabo); 0,15 a 0,20 m x 0,08 a 0,10 m (rabanete); e, 0,20 a 0,25 m x 0,10 a 0,15 m (salsa).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar 30 a 50 t/ha de esterco de curral bem curtido ou composto orgânico, sendo a maior dose para solos arenosos. Pode-se utilizar 1/4 dessas quantidades de esterco de galinha.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, cerca de 10 dias antes da semeadura, de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			Zn, mg/dm^3	
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,5	>0,5
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——			— Zn, kg/ha —	
20	360	240	180	180	120	60	3	0

Utilizar, juntamente com N, P e K, 2 a 4 kg/ha de B para beterraba e 1 a 2 kg/ha de B para cenoura, nabo e rabanete, sendo as maiores doses em solos deficientes em boro ou pobres em matéria orgânica. Para a beterraba, aplicar em pulverização, aos 15 e 30 dias após a semeadura ou o transplante das mudas, 5 g de molibdato de amônio, em 10 litros de água.

Adubação mineral de cobertura: (a) Beterraba, cenoura e nabo - de 60 a 120 kg/ha de N e 30 a 60 kg/ha de K_2O, parcelando esses totais em três aplicações, aos 15, 30 e 50 dias após a germinação, **(b) Rabanete** - aplicar as mesmas quantidades de N e K, porém parcelando aos 7, 14 e 21 dias após a germinação. Utilizar as menores ou maiores doses conforme a análise de solo, análise foliar, cultivar utilizado e produtividade esperada.

Observação: *Aplicar, para salsa, a metade das doses dos nutrientes (plantio e cobertura) indicadas para as demais hortaliças.*

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos, Marcelo Tavares e Joaquim A. de Azevedo Filho

Seção de Hortaliças - IAC

18.12 Brócolos, couve-flor e repolho

Espaçamento: 0,8 a 1,0 m x 0,4 a 0,5 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar de 40 a 60 t/ha de esterco de curral, ou a quarta parte dessa quantidade de esterco de galinha.

Adubação mineral de plantio: Aplicar as quantidades indicadas pela análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——		
60	600	400	200	240	180	120

Aplicar 3 a 4 kg/ha de B, juntamente com os demais adubos minerais de plantio. Acrescentar de 30 a 60 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 15 a 200 kg/ha de N e 60 a 120 kg/ha de K_2O, parcelando em quatro vezes, aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante.

Adubação foliar: Pulverizar as folhas por três vezes, no ciclo, com solução de ácido bórico (1 g/litro de água). Aplicar molibdênio em pulverização, quinze dias após o transplante, utilizando 0,5 g/litro de molibdato de amônio.

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos
Joaquim A. de Azevedo e Marcelo Tavares

Seção de Hortaliças - IAC

18.13 Cebola (sistema de mudas)

Espaçamento: 0,4 a 0,5 m x 0,05 a 0,10 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: Aplicar 15 t/ha de esterco de curral bem curtido, ou 5 t/ha de esterco de galinha curtido, ou ainda 500 kg/ha de torta de mamona, cerca de 15 dias antes da semeadura ou plantio das mudas.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P$_2$O$_5$, kg/ha			K$_2$O, kg/ha		
30	300	150	90	150	120	60

B, mg/dm^3			Cu, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3		
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,2	0,3-1,0	>1,0	0-0,5	0,6-1,2	>1,2
B, kg/ha			Cu, kg/ha			Zn, kg/ha		
2	1	0	4	2	0	5	3	0

Acrescentar de 30 a 50 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Utilizar de 30 a 60 kg/ha de N e 30 a 60 kg/ha de K$_2$O, parcelando os totais em duas aplicações, aos 20 a 30 e aos 45 a 55 dias após o transplante de mudas. As maiores ou menores quantidades de N ou K dependerão do estado vegetativo das plantas no campo e do cultivar utilizado.

Paulo Espíndola Trani e MarceloTavares
Seção de Hortaliças - IAC

Walter José Siqueira
Seção de Genética - IAC

18.14 Cebola (sistema de bulbinhos)

Espaçamento: 0,30 a 0,40 m x 0,10 m (bulbinho para bulbo)

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o magnésio a um mínimo de 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: A adubação orgânica para formação de bulbinhos dependerá do uso anterior e textura do solo, tomando-se o cuidado de empregar adubos orgânicos com baixos teores de nitrogênio. Em solos pobres aplicar 10 t/ha de esterco de curral curtido ou 3 t/ha de cama de frango.

Adubação mineral: Aplicar os adubos de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P$_2$O$_5$, kg/h			K$_2$O, kg/ha		
30	300	150	90	150	120	60

B, mg/dm^3			Cu, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3		
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,2	0,3-1,0	>1,0	0-0,5	0,6-1,2	>1,2
B, kg/ha			Cu, kg/ha			Zn, kg/ha		
2	1	0	4	2	0	5	3	0

Acrescentar 30 a 50 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Para formação do bulbinho, aplicar no máximo 10 kg/ha de N, visando atingir bulbinhos com 1 a 2 cm de diâmetro. Para formação do bulbo, aplicar de 10 a 20 kg/ha de N logo após a brotação do bulbinho (5 dias) e, após 20 a 25 dias, mais 20 a 40 kg/ha de N.

Adubação foliar: Em solos pobres em potássio, recomenda-se pulverizar, por ocasião da colheita, com solução contendo 10 g/litro de sulfato de potássio.

Observações: **(a)** *Considerou-se um período médio de 80 dias entre o plantio do bulbinho e a produção do bulbo.* **(b)** *Os autores agradecem a colaboração do Professor Cyro Paulino da Costa (ESALQ/USP) pelas informações sobre adubação para produção de cebola no sistema de bulbinhos.*

Paulo Espíndola Trani e Marcelo Tavares
Seção de Hortaliças - IAC

Walter José de Siqueira
Seção de Genética - IAC

18.15 Chuchu

Espaçamento: 4 a 5 m x 3 a 5 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação orgânica: Cerca de 30 a 40 dias antes do plantio, aplicar 10 t/ha de esterco de curral curtido ou composto, ou 2,5 t/ha de esterco de galinha, sendo fundamental essa adubação.

Adubação mineral de plantio: Aplicar cerca de 30 a 40 dias antes do plantio, juntamente com o adubo orgânico, os fertilizantes minerais conforme a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
10	180	120	60	60	40	20

Adubação de cobertura: Aplicar mensalmente 60 kg/ha de N, 30 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O.

Observações:

a) *No período de frutificação, utilizar de preferência adubos contendo cálcio em formas solúveis, tais como nitrocálcio ou superfosfato simples.*

b) *No 2.º e 3.º anos repetir a calagem, a adubação orgânica e a adubação mineral de plantio com N, P e K, chegando terra. Repetir, também, a adubação de cobertura recomendada para o primeiro ano.*

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos
Arlete M. Tavares de Melo e Hiroshi Nagai
Seção de Hortaliças - IAC

18.16 Couve-manteiga e mostarda

Espaçamento: 1,0 x 0,5 m (couve-manteiga) e 0,3 a 0,4 m x 0,2 m (mostarda).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: Utilizar 40 t/ha de esterco de curral, ou 1/4 de esterco de galinha, bem curtidos. A aplicação deve ser feita em mistura com o solo e com os adubos minerais, 15 dias antes do transplante das mudas.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
40	400	320	160	200	160	80

Durante o preparo das covas, incorporar à mistura dos adubos orgânicos e minerais e 2 kg/ha de B.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar, a cada 15 dias, 40 kg/ha de N e 20 kg/ha de K_2O.

Adubação foliar: Aplicar molibdênio, em pulverização, 20 dias após o transplante, utilizando 0,5 g/litro de molibdato de amônio. Repetir, para a couve, a pulverização a cada 20 a 30 dias, após a colheita das folhas mais desenvolvidas.

Paulo Espíndola Trani e Marcelo Tavares
Seção de Hortaliças - IAC

18.17 Feijão-vagem, feijão-fava, feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem)

Espaçamento: 1,0 x 0,5 m para cultivares trepadores e 0,5 x 0,2 m para cultivares anões; 1,0 x 0,5 m para feijão-fava; 1,0 x 0,5 m para feijão-de-lima trepador e 0,5 x 0,5 m para cultivar anão; e, 1,0 x 0,2 m para ervilha torta.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 8 mmol$_c$/dm^3.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3			Zn, mg/dm^3	
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,5	>0,5
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha ——			—— K_2O, kg/ha ——			Zn, kg/ha	
50	450	250	150	150	100	75	3	0

Aplicar, também, 1 kg/ha de B em solos deficientes (B no solo até 0,20 mg/dm^3).

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 120 kg/ha de N e 60 kg/ha de K_2O, parcelando essas quantidades, aos 30 e 60 dias após a emergência das plântulas.

Observações:

a) *Dispensar a adubação de plantio se a cultura suceder outras normalmente bem adubadas, como as de tomate e batatinha. Manter a adubação de cobertura.*

b) *Efetuar duas aplicações, por via foliar, de solução de molibdato de amônio a 0,2 g/litro, até a floração, para os feijões (vagem, fava e lima).*

Paulo Espíndola Trani e Francisco Antonio Passos
Seção de Hortaliças - IAC

18.18 Melão e melancia

Espaçamento: 2,0 x 1,0 m para melão e 2,5 a 3,0 m x 1,5 a 2,0 m para melancia.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% para melancia e 80% para o melão e o teor de magnésio a um mínimo de 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: Aplicar 20 a 40 t/ha de esterco de curral curtido ou 5 a 10 t/ha de esterco de galinha, cerca de 30 dias antes da semeadura.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas pela seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/h ——			—— K_2O, kg/ha ——		
30	240	180	120	90	60	30

B, mg/dm^3		Zn, mg/dm^3	
0-0,20	>0,20	0-0,5	>0,5
—— B, kg/ha ——		—— Zn, kg/ha ——	
1	0	3	0

Acrescentar no plantio, juntamente com N, P e K, 20 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Utilizar de 50 a 100 kg/ha de N e 50 a 100 kg/ha de K_2O, dividindo essas doses em três aplicações, aos 15, 30 e 50 dias após a emergência das plântulas. As quantidades maiores ou menores dependerão da análise de solo, foliar, cultivar utilizado e produtividade esperada.

Observação: *Para melancia, preferir adubos contendo parte do nitrogênio na forma nítrica, tais como nitrocálcio, nitrato de amônio e nitrato de potássio.*

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos, Hiroshi Nagai e Arlete Marchi Tavares de Melo

Seção de Hortaliças - IAC

18.19 Morango

Espaçamento: 0,25 x 0,25 m para 'IAC Guarani (para industrialização); 0,30 x 0,30 m para 'IAC Campinas e demais cultivares (mercado *in natura* e indústria), correspondendo a cerca de 80.000 mudas por hectare.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Utilizar de 15 a 30 t/ha de esterco de curral curtido, ou 1/4 desse total de esterco puro de galinha (poedeira); as maiores quantidades para solos arenosos. O esterco deve ser aplicado em mistura com os adubos minerais de plantio, 25 a 30 dias antes do transplante das mudas, nos canteiros de produção.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo, as quantidades indicadas na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-10	11-25	26-60	>60	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
40	900	600	450	300	400	300	200	100

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 180 kg/ha de N e 90 kg/ha de K_2O, parcelando em seis aplicações espaçadas de um mês, a partir do plantio das mudas.

Adubação foliar: Sugere-se, também, quatro aplicações de solução de uréia a 5 g/L, uma vez por semana, a partir do plantio. É recomendada, também, a aplicação de solução de micronutrientes, contendo boro, zinco e cobre, a cada três semanas. Além disso, na fase de frutificação, é vantajoso o uso de potássio, na forma de sulfato de potássio, e cálcio, via foliar, para melhor firmeza dos frutos.

Observações: *Aplicar o potássio de preferência na forma de sulfato de potássio.*

Francisco Antonio Passos e Paulo Espíndola Trani
Seção de Hortaliças - IAC

18.20 Quiabo

Espaçamento: 1,00 x 0,50 m (2 plantas/cova).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio do solo ao mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Utilizar de 40 a 60 t/ha de esterco de curral curtido, ou a quarta parte no caso de esterco de galinha.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
40	360	180	120	180	120	60

B, mg/dm^3		Zn, mg/dm^3	
0-0,20	>020	0-0,5	>0,5
B, kg/ha		Zn, kg/ha	
1	0	3	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de 80 a 120 kg/ha de N e 40 a 80 kg/ha de K_2O, parcelando em 3 vezes, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência das plântulas. As quantidades menores ou maiores dependerão da análise de solo, foliar, cultivar utlizado e produtividade esperada.

Paulo Espíndola Trani, Francisco Antonio Passos
e Hiroshi Nagai
Seção de Hortaliças - IAC

18.21 Tomate (estaqueado)

Espaçamento: 1,0 x 0,8 m (12.500 covas por hectare).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio ao mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Empregar de 20 a 30 t/ha de esterco de curral bem curtido ou composto, ou 5 a 8 t/ha de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral: Aplicar, de acordo com a análise de solo, nos sulcos, 8 a 10 dias antes do transplante, as quantidades constantes da seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
60	800	500	300	300	200	100

B, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3		
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,5	0,5-1,2	>1,2
B, kg/ha			Zn, kg/ha		
3	1	0	5	3	0

Acrescentar à adubação de plantio 20 a 40 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de 200 a 300 kg/ha de N e 120 a 240 kg/ha de K_2O, parcelando de 4 a 6 vezes, com intervalos de 15 a 20 dias entre as aplicações. As quantidades menores ou maiores dependerão da análise de solo, foliar, cultivar utilizado e produtividade esperada.

Observação: *Utilizar de preferência parte do nitrogênio na forma nítrica, aplicando fertilizantes como nitrocálcio, nitrato de amônio e nitrato de potássio.*

Paulo Espíndola Trani, Hiroshi Nagai
e Francisco Antonio Passos
Seção de Hortaliças - IAC

18.22 Tomate rasteiro (industrial) irrigado

Espaçamento: 0,8 a 1,2 m x 0,3 a 0,4 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio ao mínimo de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Empregar, cerca de 30 dias antes do plantio, quando disponível, 20 t/ha de esterco de curral bem curtido ou composto orgânico, ou 5 t/ha de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: Utilizar, cerca de 10 dias antes do plantio, as quantidades constantes da tabela abaixo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/h			K_2O, kg/ha		
30	400	200	100	180	120	60

B, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3	
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,6	>0,6
B, kg/ha			Zn, kg/ha	
1,5	1,0	0	3	0

Acrescentar. com a adubação mineral de plantio, 30 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 60 a 120 kg/ha de N e 60 a 120 kg/ha de K_2O, parcelando essas doses em duas aplicações, aos 25-30 dias e aos 50-60 dias após o plantio. As quantidades menores ou maiores dependerão da análise de solo, foliar, cultivar utilizado e produtividade esperada.

Paulo Espíndola Trani, Hiroshi Nagai
e Francisco Antonio Passos
Seção de Hortaliças - IAC

19. LEGUMINOSAS E OLEAGINOSAS

Página

19. LEGUMINOSAS E OLEAGINOSAS

Edmilson J. Ambrosano, Roberto T. Tanaka e Hipólito A.A. Mascarenhas
Seção de Leguminosas - IAC

Bernardo van Raij, José Antonio Quaggio e Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

19.1 Informações gerais

Este grupo de culturas apresenta duas divisões, mas a soja e o amendoim pertencem a ambas, ou seja, são leguminosas e também oleaginosas. As leguminosas caracterizam-se pela fixação simbiótica do nitrogênio. As oleaginosas, como o próprio nome indica, são plantas que acumulam apreciáveis quantidades de óleo, sendo exploradas por isso, embora a parte protéica também tenha importância.

As leguminosas e oleaginosas pertencem, juntamente com os cereais, às culturas da agricultura extensiva, prestando-se a sistemas de rotação, tanto para fins fitossanitários, como para a melhoria das propriedades físicas do solo. As leguminosas, quando introduzidas nas rotações, aumentam a disponibilidade de nitrogênio para as culturas subseqüentes.

Uma das características relevantes da soja é a sua alta adaptabilidade aos solos de baixa fertilidade, quando devidamente corrigidos, inclusive solos arenosos, o que tem permitido o uso da cultura, desde o primeiro cultivo, na expansão da fronteira agrícola.

19.2 Composição química e diagnose foliar

O quadro 19.1 apresenta os conteúdos dos macronutrientes de parte das culturas consideradas neste capítulo. Os dados são apresentados na base de uma tonelada de produto colhido, nos casos em que o interesse é pela colheita de grãos, indicando-se os valores para plantas inteiras e, também, somente para a parte colhida. Para adubos verdes apresenta-se apenas o conteúdo das plantas inteiras.

As instruções para amostragem de folhas são apresentadas no quadro 19.2 e, no quadro 19.3, as faixas de teores de macro- e micronutrientes considerados normais às culturas listadas.

Quadro 19.1. Conteúdo de macronutrientes primários em leguminosas e oleaginosas e faixas de produtividade mais comuns

Cultura	Parte considerada	Planta inteira				Parte colhida				Produtividade[1]
		N	P	K	S	N	P	K	S	
		kg/t da parte colhida								t/ha
Amendoim	Com casca	87	8	48	8	52	5	24	5	1,5-3,0
Crotalária paulínea	Planta inteira	18	2	6	-	Não se aplica	-	-	-	7-10
Crotalária spectabilis	Planta inteira	18	1	10	-	Não se aplica	-	-	-	4-6
Chícharo ou ervilhaca	Planta inteira	22	1	29	-	Não se aplica	-	-	-	4-6
Feijão	Grãos	96	8	78	6	35	3	14	2	0,9-2,5
Feijão-de-porco	Planta inteira	22	1	11	-	Não se aplica	-	-	-	5-8
Feijão-guandu	Planta inteira	13	1	5	-	Não se aplica	-		-	8-12
Girassol	Grãos	37	11	92	-	19	7	20	-	1,5-2,8
Lablabe	Planta inteira	14	1	5	-	Não se aplica	-	-	-	5-7
Mucuna-anã	Planta inteira	35	3	16	-	Não se aplica	-	-	-	4-6
Mucuna-preta	Planta inteira	26	3	6	-	Não se aplica	-	-	-	6-8
Soja	Grãos	167	16	114	8	60	5	19	2	2,0-3,0
Tremoço	Planta inteira	14	1	24	-	Não se aplica				1,0-1,5

([1]) No caso das leguminosas adubos verdes, a produtividade é dada em termos de matéria seca das plantas inteiras. Não é apresentada a produção de grãos para sementes. Nos demais casos, a produtividade é de grãos.

Quadro 19.2. Recomendação de amostragem de folhas de leguminosas e oleaginosas

Cultura	Descrição da amostragem
Amendoim	No florescimento; folhas de 50 plantas, tufo apical do ramo principal.
Feijão	No florescimento, 3.as folhas com pecíolo, tomadas no terço médio de 30 plantas.
Girassol	5.a a 6.a folha abaixo do capítulo (cabeça), no florescimento; amostrar 30 plantas.
Soja	No florescimento, 3.as folhas com pecíolo de 30 plantas.

Quadro 19.3. Faixas de teores considerados adequados para os macro- e micronutrientes em algumas leguminosas e oleaginosas

Cultura	Faixas de teores adequados na matéria seca das folhas					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Amendoim	30-45	2,0-5,0	17-30	12-20	3,0- 8,0	2,0-3,5
Feijão	30-50	2,5-4,0	20-24	10-25	2,5- 5,0	2,0-3,0
Girassol	30-50	3,0-5,0	30-45	8-22	3,0- 8,0	1,5-2,0
Soja	40-54	2,5-5,0	17-25	4-20	3,0-10,0	2,1-4,0
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Amendoim	25- 60	5- 20	50-300	20-350	0,1-5,0	20-60
Feijão	15- 26	4- 20	40-140	15-100	0,5-1,5	18-50
Girassol	35-100	25-100	80-120	10- 20	-	30-80
Soja	21- 55	10- 30	50-350	20-100	1,0-5,0	20-50

19.3 Amendoim

Espaçamento: 0,60 m entre as linhas, 15 a 20 sementes por metro linear de sulco.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação mineral de plantio: De acordo com a análise de solo e a tabela seguinte:

Produtividade esperada	N	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha		P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
<1,5	0	60	40	20	0	20	20	0	0
1,5-3,0	0	80	60	40	20	40	30	20	20
>3,0	0	100	80	50	20	60	40	20	20

Aplicar 20 kg/ha de S na forma de superfosfato simples ou gesso.

Inocular as sementes com *Bradyrhizobium* sp. quando plantar em locais nunca cultivados anteriormente com amendoim ou adubos verdes. Acrescentar, durante a inoculação, 100 g de molibdato de amônio para cada lote de 100 a 120 kg de sementes, quantidade necessária para o plantio de 1 ha.

Observações:

a) *O amendoim vale-se da fixação simbiótica do nitrogênio, dispensando a aplicação deste nutriente;*

b) *O amendoim aproveita bem o efeito residual de adubações anteriores, sendo excelente para rotações com outras culturas anteriormente adubadas, notadamente cana-de-açúcar.*

José Antonio Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC
e Ignácio J. de Godoy
Seção de Genética - IAC

19.4 Ervilha-de-grãos

Espaçamento: 0,20 a 0,40 m entre as linhas, 10 a 15 sementes por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: É indicada a rotação de culturas e a incorporação de restos vegetais ou, ainda, adubação verde.

Adubação mineral de plantio: Empregar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada:

Produtividade esperada	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
0,5-1,0	60	40	20	0	30	20	0	0
1,0-1,5	80	60	40	20	40	30	20	0
1,5-2,0	100	80	60	40	60	40	30	20

Aplicar 20 kg/ha de S.

Adubação mineral de cobertura: Na ausência de inoculação, aplicar 30-40 kg/ha de N, 15 a 25 dias após a emergência das plantas.

Edmilson J. Ambrosano, Elaine B. Wutke
e Eduardo A. Bulisani
Seção de Leguminosas - IAC

19.5 Feijão

Espaçamento: 0,50 a 0,60 m entre as linhas, 10 plantas por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: É indicada a rotação de culturas e a incorporação de restos vegetais ou, ainda, a adubação verde. A aplicação de estercos, se disponíveis, também é desejável. Se aplicar estercos ou compostos, reduzir, da adubação recomendada, o conteúdo de nutrientes presente nesse material, considerando um fator de aproveitamento de 50% para o N e o P, e 80% para o K.

Adubação mineral de plantio: Deve ser feita de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Produti-vidade esperada	N	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
Feijão de verão (águas e seca) Plantio em julho-outubro e dezembro-abril									
1,0-1,5	0	60	40	20	0	40	30	20	0
1,5-2,5	10	70	50	30	10	50	30	20	10
2,5-3,0	10	90	60	30	20	60	40	30	20
Feijão de inverno irrigado Plantio em março-julho									
1,0-1,5	0	60	40	20	0	40	20	0	0
1,5-2,5	10	70	50	30	10	50	30	20	0
2,5-3,5	10	90	60	40	20	80	50	30	20
3,5-4,5	20	([1])	80	40	20	100	60	40	20

([1]) É pouco provável a obtenção de alta produção em solos deficientes em P.

Aplicar 20 kg/ha de S para produção até 2 t/ha de grãos e 30 kg/ha de S para lavouras com maiores metas de produtividade.

Aplicar 3 kg/ha de Zn quando o teor de Zn-DTPA no solo for menor que 0,6 mg/dm^3 e 1 kg/ha de B quando o teor de B (água quente) for inferior a 0,21 mg/dm^3.

Não empregar mais de 50 kg/ha de K_2O no sulco de plantio, principalmente em lavouras de sequeiro. A quantidade recomendada que exceder esse valor, deve ser aplicada em cobertura, junto com o N, não mais de 25 dias após a emergência das plantas.

Submeter as sementes de feijão ao inoculante específico.

Adubação mineral de cobertura:

Produti-vidade esperada	Classe de resposta a N	
	Alta	Média e baixa
t/ha	N, kg/ha	
1,0-1,5	40	20
1,5-2,5	50	30
2,5-3,5	70	40
3,5-4,5	90	50

Classes de resposta:

Alta: culturas irrigadas; solos arenosos; cultivo após gramíneas; solo compactado;

Média e baixa: cultivo após leguminosas; cultivo após adubo verde (neste caso, se a quantidade de massa incorporada ao solo for grande, pode-se reduzir à metade a dose de N recomendada); solos em pousio por dois ou mais anos; solos que recebem adubações orgânicas elevadas e freqüentes.

Aplicar o N de cobertura 15 a 30 dias após a emergência das plantas. Em solos arenosos no período das águas ou em lavouras irrigadas, doses de N iguais ou maiores que 60 kg/ha podem ser parceladas em duas vezes, aplicando-se a última até, no máximo, 40 dias após a emergência. O N pode também ser aplicado através da água de irrigação, parcelado em três vezes, no intervalo entre 15 e 45 dias após a emergência.

Edmilson J. Ambrosano, Elaine B. Wutke, Eduardo A. Bulisani
Seção de Leguminosas - IAC
e Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

19.6 Feijão-adzuki e feijão-mungo

Espaçamento: 0,50 a 0,60 m entre as linhas, 10 a 12 plantas por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: É indicada a rotação de culturas ou, ainda, a adubação verde, principalmente com mucuna preta ou crotalária, devido ao seu efeito sobre os nematóides.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Produtividade esperada	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1,5	50	30	20	10	30	20	10	0

Adubação mineral de cobertura: Na ausência de inoculação, aplicar 30 kg/ha de N, 15 a 25 dias após a emergência, na superfície do solo, ao lado das plantas.

Edmilson José Ambrosano, Elaine B. Wutke
e Eduardo Antonio Bulisani

Seção de Leguminosas - IAC

19.7 Gergelim

Espaçamento: 0,40 a 0,60 m, 20 a 25 sementes por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Se possível, aplicar de 2 a 3 t/ha de adubo orgânico ou fazer rotação com leguminosas.

Adubação mineral de plantio: Deve ser feita de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
10	80	60	40	20	60	40	20	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 20 kg/ha de N, 30 dias após a germinação.

Angelo Savy Filho
Seção de Oleaginosas - IAC

19.8 Girassol

Espaçamento: 0,50 a 0,90 m entre as linhas, por 0,20 a 0,40 m entre as plantas.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
10	70	50	30	20	60	50	30	20

Acrescentar 20 kg/ha de S.

Aplicar 1 kg/ha de B para teores de B no solo entre 0 e 0,20 mg/dm^3 e 0,5 kg/ha de B para valores de B no solo entre 0,21 e 0,60 mg/dm^3.

Adubação mineral de cobertura: Utilizar 40 kg/ha de N, 30 dias após a emergência das plantas.

José Antonio Quaggio
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

e Maria Regina G. Ungaro
Seção de Oleaginosas - IAC

19.9 Grão-de-bico

Espaçamento: 0,50 m entre as linhas, 15 a 20 sementes por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Inoculação: Submeter as sementes à inoculação com *Bradyrhizobium* sp., específico para grão-de-bico, na base de 200 g de inoculante turfoso para 50 kg de sementes.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com análise de solo e a seguinte tabela:

Produtividade esperada	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
Até 1,5	60	50	40	0	40	30	20	0
>1,5	80	60	40	0	60	40	20	0

Adubação mineral de cobertura: Na ausência de inoculação, aplicar 50 kg/ha de N em cobertura, aos 30 dias após a semeadura, para cultivares precoces, e aos 50 dias para cultivares tardios.

Nelson Raimundo Braga
Seção de Leguminosas - IAC

19.10 Leguminosas adubos verdes - Crotalária, chícharo ou ervilhaca, feijão-de-porco, feijão-guandu, lablabe, mucuna, tremoço

Espaçamento: Crotalárias - 0,40 a 0,60 m x 25 a 40 sementes por metro linear; feijão-guandu, tremoço e lablabe - 0,50 a 0,60 m x 10 a 15 sementes por metro linear; feijão-de-porco - 0,50 a 0,60 m x 7 sementes por metro linear; mucuna - 0,40 a 0,60 m x 7 a 12 sementes por metro linear.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Inoculação: Havendo disponibilidade de *Rhizobium* específico, submeter as sementes à inoculação para a primeira semeadura, na base de 200 g de inoculante turfoso para 50 kg de sementes.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
40	20	0	30	20	0

Observação:

Os adubos verdes (leguminosas) aproveitam o adubo residual da cultura anterior. Se a saturação por bases estiver próxima a 60% e a cultura anterior tiver recebido adubação, pode-se dispensar a calagem e a adubação mineral.

Edmilson J. Ambrosano e Elaine B. Wutke
Seção de Leguminosas - IAC

19.11 Mamona

Espaçamento: Porte alto: 3,00 x 1,00 m; porte baixo: 1,50 x 0,50 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
15	80	60	40	40	30	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 a 60 kg/ha de N, aos 30 a 40 dias após a germinação.

Observação:

A mamona é sensível à acidez do solo e exigente em nutrientes, apresentando boa resposta, em produtividade, à correção do solo com calcário e fertilizantes.

Angelo Savy Filho
Seção de Oleaginosas - IAC

19.12 Soja

Espaçamento: 0,50 m entre as linhas, 16 a 20 sementes por metro linear, dependendo do cultivar.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$.

Inoculação: Submeter as sementes à inoculação com *Bradyrhizobium* específico para soja, de boa qualidade quanto à estirpe, conservação e viabilidade. Em glebas já cultivadas com soja, utilizar 250 g de inoculante por saca de sementes, e o dobro em áreas de primeiro cultivo de soja.

Adubação mineral de semeadura: As quantidades a aplicar variam com a análise de solo e a produtividade esperada, de acordo com a seguinte tabela:

Produtividade esperada	P resina, mg/dm^3				K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			
1,5-1,9	50	40	30	20	60	40	20	0
2,0-2,4	60	50	40	20	70	50	30	20
2,5-2,9	80	60	40	20	70	50	50	20
3,0-3,4	90	70	50	30	80	60	50	30
3,5-4,0	*	80	50	40	80	60	60	40

* Não é possível obter essa produtividade com aplicação localizada de fósforo em solos com teores muito baixos de P.

Empregar 15 kg/ha de S para cada tonelada de produção esperada.

Em solos deficientes em manganês (Mn no solo até 1,5 mg/dm^3), aplicar 5 kg/ha de Mn .

Nas dosagens de K_2O acima de 50 kg/ha, utilizar a metade da dose em cobertura, principalmente em solos arenosos, 30 ou 40 dias após a germinação, respectivamente para cultivares de ciclo mais precoce e mais tardio.

Observações:

a) *A má distribuição e/ou a incorporação muito rasa do calcário pode causar ou agravar a deficiência de manganês, resultando em queda de produtividade.*

b) *No cultivo de primavera-verão, a inoculação das sementes dispensa a adubação nitrogenada. Entretanto, no cultivo de outono-inverno, devido à baixa atividade simbiótica, recomenda-se, além da inoculação, a aplicação de 50 kg/ha de N, sendo 1/4 dessa dose com adubação no sulco de semeadura e o restante em cobertura antes do florescimento.*

c) *Em solos arenosos ácidos pode ocorrer deficiência de Mo, o que acarreta má fixação biológica de nitrogênio. A deficiência deve ser resolvida pela calagem, que aumenta a disponibilidade do nutriente. Na impossibilidade de aplicar o calcário, empregar 50 g/ha de molibdato de amônio misturado às sementes.*

d) *Deficiências de micronutrientes na soja são raras no Estado de São Paulo. Na suspeita de sua ocorrência, realizar análise de solo e foliar e, uma vez constatada a deficiência, pode-se aplicar, com a adubação de semeadura, as seguintes quantidades: 5 kg/ha de Zn, e/ou 2 kg/ha de Cu, e/ou 1 kg/ha de B.*

Hipólito A.A. Mascarenhas e Roberto Tetsuo Tanaka
Seção de Leguminosas - IAC

20. ORNAMENTAIS E FLORES

Página

20. ORNAMENTAIS E FLORES

Antonio Fernando C. Tombolato, Carlos Eduardo F. de Castro, Taís Tostes Graziano e Luiz Antonio F. Matthes
Seção de Fruticultura e Plantas Ornamentais - IAC

Ângela Maria C. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

20.1 Informações gerais e diagnose foliar

Este é o grupo de culturas que abrange o maior número de espécies e variedades. Além disso, o cultivo é feito em condições das mais diversas, ao ar livre ou em ambientes fechados, em solos ou nos mais diferentes substratos. Assim, as informações dadas neste capítulo abrangem apenas uma pequena parte desse grupo de culturas.

A diagnose foliar, para avaliar o estado nutricional de algumas plantas ornamentais, com base nas folhas maduras totalmente expandidas, pode ser feita com os limites de interpretação indicados no quadro 20.1.

Quadro 20.1. Faixas de teores de nutrientes considerados adequados para algumas plantas ornamentais, com base em folhas maduras totalmente expandidas

Planta	Teores de nutrientes nas folhas totalmente expandidas					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Antúrio	16-30	2,0-7,0	10-35	12-20	5-10	1,6-7,5
Azaléia	15-25	2,0-5,0	5-15	5-15	2,5-10	2,0-5,0
Begônia	40-60	3,0-7,5	25-60	10-25	3,0-7,0	3,0-7,0
Crisântemo	40-60	2,5-10	40-60	10-20	2,5-10	2,5-7,0
Gladíolo	30-55	2,5-10	25-40	5-45	1,5-3,0	-
Gloxínia	30-50	2,5-7,0	25-50	10-30	3,5-7,0	2,5-7,0
Gypsophila	43-60	3-7	35-45	26-40	4-10	2,5-7,0
Hibiscus	25-45	2,5-10	15-30	10-30	2,5-8,0	2,0-5,0
Palmeira (areia)	25-35	1,5-8,0	14-40	10-25	2,5-8,0	2,1-7,5
Rosa	30-50	2,5-5,0	15-30	10-20	2,5-5,0	2,5-7,0
Schefflera	25-35	2,0-5,0	23-40	10-15	2,5-7,5	2,0-8,0
Violeta-africana	30-60	3,0-7,0	30-65	10-20	3,5-7,5	3,0-7,0
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Antúrio	25-75	6-30	50-300	50-200	-	
Azaléia	25-75	6-25	50-250	40-200	20-200	
Begônia	20-75	7-30	50-200	50-200	25-200	
Crisântemo	25-75	6-30	50-250	50-250	20-250	
Gladíolo	25-100	8-20	50-200	50-200	20-200	
Gloxínia	25-50	8-25	50-200	50-300	20-50	
Gypsophila	25-100	9-25	50-200	50-200	25-200	
Hibiscus	25-100	6-50	50-200	40-200	20-200	
Palmeira (areia)	15-60	6-50	50-250	50-250	25-200	
Rosa	30-60	7-25	60-200	30-200	18-100	
Schefflera	20-60	10-60	50-300	40-300	20-200	
Violeta-africana	25-75	8-35	50-200	40-200	25-200	

20.2 Amarílis

Espaçamento: 0,30 m entre linhas por 0,10 m entre bulbos, em canteiros de 1,0 a 1,2 m de largura por 0,30 m de altura (350.000 bulbos/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e garantir um teor mínimo de Mg no solos de 9 $mmol_c/dm^3$.

Adubação orgânica: Aplicar 5 a 10 t/ha de esterco de galinha curtido.

Adubação mineral de plantio: Para canteiros de 30 cm de altura, aplicar de acordo com a seguinte tabela, com base na análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
40	240	160	80	240	160	80

B, mg/dm^3		Mn, mg/dm^3		Zn, mg/dm^3	
0-0,60	>0,60	0-1,2	>1,2	0-1,2	>1,2
B, kg/ha		Mn, kg/ha		Zn, kg/ha	
1	0	6	0	4	0

Adubação de cobertura: Durante 8 meses, a cada 20 dias, aplicar 35 kg/ha de N (total de 420 kg/ha de N). Do 4.º ao 8.º mês, aplicar, juntamente com o nitrogênio, 80 kg/ha de K_2O (total de 480 kg/ha de K_2O). Em cultivos sucessivos, fazer análise de solo do canteiro, para evitar acidificação excessiva e acúmulo de sais pela adubação elevada.

Taís Tostes Graziano, Antonio Fernando C. Tombolato, Luiz Antonio F. Matthes e Carlos Eduardo F. de Castro
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

e Ângela Maria C. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas- IAC

20.3 Antúrio

Espaçamento: 0,40 x 0,40 m, em canteiros de 1,0 a 1,5 m de largura e distribuídos em três linhas. Manter distância mínima entre canteiros de 0,40 m (40.000 a 43.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 40%, não aplicando mais de 3 t/ha.

O antúrio requer solos ácidos.

Adubação orgânica: 30 a 40 t/ha de esterco de curral curtido.

Adubação mineral: Com base na análise de solo, aplicar:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
200	150	100	50	150	100	50

Parcelar a adubação mineral em quatro aplicações por ano.

Repetir, anualmente, a adubação orgânica e a adubação mineral

Luiz Antonio F. Matthes, Carlos Eduardo F. de Castro,
e Antonio Fernando C. Tombolato
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC
e Celi Teixeira Feitosa
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

20.4 Crisântemo

Espaçamento: 12,5 x12,5 cm entre plantas no verão e 12,5 x 15 cm no inverno, em canteiros de 1,20 m de largura x 0,20 m de altura (70 plantas/m^2 de canteiro ou 700.000 plantas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de Mg do solo no mínimo em 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: Aplicar 40 litros/m^2 de canteiro, de palha da arroz carbonizada ou produto similar, misturando muito bem com o solo.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, com base na análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
30	300	200	100	150	100	50

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 320 kg/ha de N e 150 kg/ha de K_2O, da seguinte forma: 30 dias após o plantio, 60 kg/ha de N e 50 kg/ha de K_2O; 60 dias após o plantio, mais 60 kg/ha de N; a partir dos 40 dias após o plantio, usar fertirrigação a cada dez dias (4 vezes), aplicando 5 litros/m^2 de canteiro de uma solução contendo, por litro, 1,0 g de N, 0,5 g de K_2O, 10 mg de Mn, 2 mg de B e 1 mg de Zn. Em plantios sucessivos, efetuar anualmente análise de solo dos canteiros.

Antonio Fernando C. Tombolato, Taís Tostes Graziano,
e Carlos Eduardo F. de Castro
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC
e Ângela Maria C. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

20.5 Gladíolo

Espaçamento: 8 a 10 cm na linha, por 40 a 60 cm entre linhas (300.000 bulbos/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação orgânica: 10 t/ha de esterco de curral curtido, ou 3 t/ha de esterco de galinha ou 1 t/ha de torta de mamona.

Adubação mineral de plantio: Aplicar os adubos em sulcos, antes do transplante, nas quantidades indicadas na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-30	>30	0-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
30	150	80	100	60

B, mg/dm^3			Zn, mg/dm^3		
0-0,20	0,21-0,60	>0,60	0-0,5	0,6-1,2	>1,2
B, kg/ha			Zn, kg/ha		
2	1	0	4	2	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar três vezes 30 kg/ha de N, nos seguintes estádios: plantas com duas a três folhas; emergência da inflorescência; duas semanas após o florescimento.

Carlos Eduardo F. Castro, Antonio Fernando C. Tombolato,
Taís Tostes Graziano e Luiz Antonio F. Matthes
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

20.6 Gloxínia

Envasamento: Vasos de 15 a 16 cm de diâmetro, para as variedades maiores, e vasos de 10 a 12 cm de diâmetro, para as menores, para mudas com 60 dias de idade, em 3.º transplante. Mudas em estufa.

Calagem: aplicar calcário dolomítico, de acordo com a análise de solo, para elevar a saturação por bases a 80%.

Substrato para o 2.º e 3.º transplantes: Mistura de 1 m^3 de húmus, 1 m^3 de vermiculita ou pó de xaxim e 1 m^3 de areia.

Adubação mineral: Aplicar os adubos de acordo com análise de solo do substrato e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-25	> 25	0-3,0	>3,0
N, g/m^3	P_2O_5, g/m^3		K_2O, g/m^3	
50	500	250	500	250

Renovar o substrato a cada transplante e após o envasamento. Trinta dias depois, irrigar as plantas com uma solução contendo, por litro, 100 mg de N, 100 mg de K_2O, 2 mg de B e 1 mg de Zn. No reaproveitamento do substrato, fazer nova análise química.

Antonio Fernando C. Tombolato
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

e Ângela Maria C. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

20.7 Gypsophila

Espaçamento: 5 cm entre plantas, em canteiros e 40 x 50 cm entre plantas, no campo.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80%.

Adubação orgânica: Aplicar, 30 dias antes do plantio, juntamente com o calcário, 5 a 10 t/ha de esterco de curral curtido, se disponível.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
30	180	120	60	60	40	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 120 kg/ha de N e 120 kg/ha de K_2O, parcelando em três vezes, aos 30, 60 e 90 dias após o plantio. Fazer análises de solo anuais para reavaliar a necessidade de calagem e adubação.

Antonio Fernando C. Tombolato
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

e Ângela Maria C. Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

20.8 Plantas ornamentais arbóreas

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%.

Adubação de formação: Aplicar, por cova, em mistura com terra da superfície, 200 g de P_2O_5 e 50 g de K_2O. Aplicar três vezes 20 g de N em cobertura, 30 dias após o plantio e, depois, de dois em dois meses.

Adubação de manutenção: Aplicar, anualmente, de acordo com a análise de solo inicial ou realizada de três em três anos.

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-12	>12	0-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
100	100	50	100	50

Carlos Eduardo F. Castro, Antonio Fernando C. Tombolato,
Taís Tostes Graziano e Antonio F. Matthes
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

20.9 Plantas ornamentais arbustivas e herbáceas

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%. No caso da azaléia, a calagem deve ser calculada para elevar a saturação por bases a 40%, não ultrapassando, porém, a adição de 2 t/ha.

Adubação mineral: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3	
	0-30	>30	0-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha	
120	180	90	120	60

Parcelar a adubação em três vezes, aplicando os fertilizantes no início, meado e fim da estação das chuvas.

Carlos Eduardo F. Castro, Antonio Fernando C. Tombolato,
Taís Tostes Graziano e Luiz Antonio F. Matthes

Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

20.10 Rosa

Espaçamento: No campo, linhas duplas de 1,0 x 0,5 x 0,5 m, para mudas enxertadas, e linhas simples de 1,0 x 0,12 m para pés francos; na estufa, 1,3 x 0,3 x 0,2 m (25 a 43 mil mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e manter o teor de Mg, no mínimo, em 9 mmol$_c$/dm^3.

Adubação orgânica: No plantio, empregar 10 t/ha de esterco de curral bem curtido, ou 3 t/ha de esterco de galinha, ou 1 t/ha de torta de mamona.

Adubação mineral de formação: Incorporar, nos sulcos de plantio, as seguintes quantidades de nutrientes, de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
20	300	200	100	120	80	40

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 80 kg/ha de N, parcelando as aplicações em quatro vezes, durante o ano.

Adubação de manutenção: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K$^+$ trocável, mmol$_c$/dm^3		
	0-25	26-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
300	180	120	60	300	200	100

Parcelar em quatro ou cinco vezes, iniciando após a poda e aplicando mensalmente.

Carlos Eduardo F. Castro, Antonio Fernando C. Tombolato,
Taís Tostes Graziano e Luiz Antonio F. Matthes

Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

20.11. Violeta-africana

Envasamento: Vasos de 12 cm de diâmetro, para mudas de 2.º tranplante com 4 a 6 meses de idade.

Calagem do substrato para vasos: aplicar calcário dolomítico, de acordo com a análise de solo, para elevar a saturação por bases a 80%.

Substrato para o 2.º e 3.º transplantes: Mistura de 1 m^3 de húmus, 1 m^3 de vermiculita ou pó de xaxim e 1 m^3 de areia.

Adubação mineral: Aplicar, de acordo com a análise de solo do substrato e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$	
	0-25	>25	0-3,0	>3,0
N, g/m^3	P_2O_5, g/m^3		K_2O, g/m^3	
50	500	250	500	250

Trinta dias após o envasamento, aplicar em irrigação, uma solução contendo, por litro, 100 mg de N, 100 mg de K_2O, 2 mg de B e 1 mg de Zn.

Antonio Fernando C. Tombolato, Carlos Eduardo Ferreira de Castro e Luiz Antonio F. Matthes
Seção de Floricultura e Plantas Ornamentais - IAC

Ângela Maria C. Furlani e Celi Teixeira Feitosa
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

21. RAÍZES E TUBÉRCULOS

Página

21. RAÍZES E TUBÉRCULOS

José Osmar Lorenzi, Domingos A. Monteiro e Hilário da Silva Miranda filho
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

21.1 Informações gerais

Este grupo de culturas caracteriza-se pela elevada extração de nitrogênio e, principalmente, de potássio, pelas plantas, com elevada exportação pelas partes colhidas, raízes ou tubérculos. Contudo, o excesso de nitrogênio é, em geral, prejudicial, acarretando desenvolvimento vegetativo exagerado, reduzindo assim as colheitas e a qualidade dos produtos. Além disso, aumenta a predisposição das plantas às doenças.

Sob o ponto de vista econômico, a batata é a cultura mais importante do grupo, e também a mais exigente em adubação. Por essa razão, adota-se para ela a tabela de interpretação de fósforo das hortaliças.

A análise de micronutrientes em solos é incluída na tabela de adubação da batata para boro e na tabela da mandioca para zinco. Isso porque essas culturas apresentam comumente deficiências para esses dois elementos. Para os demais micronutrientes, mesmo quando em teores baixos no solo, essas culturas normalmente não respondem às suas aplicações.

21.2 Composição mineral, amostragem de folhas e diagnose foliar

O quadro 21.1 apresenta a produtividade mais comum para as culturas tratadas neste capítulo, bem como o conteúdo de nutrientes exportados, para aqueles casos com disponibilidade de dados, ou seja, batata, batata-doce e mandioca. Os conteúdos apresentados para as três culturas são bastante próximos. Na falta de dados específicos às demais culturas, os teores indicados podem ser usados para estimativas de exportação de nutrientes pelas colheitas.

Quadro 21.1. Conteúdo de macronutrientes na planta inteira (extração) e nas raízes e tubérculos (exportação), para uma tonelada de produto colhido, e produtividade comumente observada

Cultura	Planta inteira				Raízes e tubérculos				Produtividade
	N	P	K	S	N	P	K	S	
	kg/t de raízes e tubérculos								t/ha
Batata	5	0,5	7	0,3	3	0,3	4	0,1	20-30
Batata-doce	5	0,4	6	-	3	0,3	3	-	20-30
Mandioca	6	0,7	6	-	4	0,4	4	-	15-35

Para a dignose foliar, também só há informações para essas três culturas. No quadro 21.2 são descritos os procedimentos para amostragem de folhas. No quadro 21.3 são apresentadas as faixas de teores considerados adequados.

Quadro 21.2. Recomendações de amostragem de folhas para batata, batata-doce e mandioca

Cultura	Descrição da amostragem
Batata	Amostrar 30 plantas, aos 30 dias, retirando a 3.ª folha a partir do tufo apical.
Batata-doce	Amostrar 15 plantas, aos 60 dias após o plantio, retirando as folhas mais recentes totalmente desenvolvidas.
Mandioca	Amostrar 30 plantas, retirando o limbo (folíolo) das folhas mais jovens totalmente expandidas, 3-4 meses após o plantio.

Quadro 21.3. Faixas de teores adequados de macro- e micronutrientes em folhas de batata, batata-doce e mandioca

Cultura	Faixas de teores considerados adequados					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Batata	40-50	2,5-5,0	40-65	10-20	3-5	2,5-5,0
Batata-doce	33-45	2,3-5,0	31-45	7-12	3-12	4-7
Mandioca	45-60	2,0-5,0	10-20	5-15	2-5	3-4
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Batata	25-50	7-20	50-100	30-250	-	20-60
Batata-doce	25-75	10-20	40-100	40-250	-	20-50
Mandioca	15-50	5-25	60-200	25-100	0,11-0,18	35-100

21.3 Araruta industrial

Espaçamento: 0,70 x 0,80 m x 0,30 x 0,40 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
	0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
0	80	60	40	60	40	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 30 kg/ha de N, 30 a 60 dias após o plantio.

Observação:

A araruta aproveita bem adubos aplicados em culturas anteriores, podendo dispensar, nesses casos, a adubação de plantio.

Domingos Antonio Monteiro e Valdemir Antonio Peressin
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

21.4 Batata

Espaçamento: 0,75 a 0,80 m x 0,20 x 0,40 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 8 $mmol_c/dm^3$.

Para cultivares mais suscetíveis à deficiência de cálcio (Aracy, Baraka, Panda), aplicar fontes solúveis de cálcio. Pode ser aplicado até 2 t/ha de gesso (sulfato de cálcio) juntamente com o calcário ou adubos que contenham o fósforo como superfosfato simples, que contém gesso.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a produtividade esperada e a análise de solo, com base na seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$			B água quente, mg/dm^3		
	0-25	25-60	>60	0-1,5	1,6-3,0	>3,0	0-0,20	0,21-0,60	>0,60
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			B, kg/ha		
40-80	300	200	100	250	150	100	2	1	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 40-80 kg/ha de N antes da amontoa.

Observações:

a) *A dose de N, tanto no plantio como em cobertura, depende da época de plantio. Aplicar menores doses em épocas de temperatura mais elevada.*

b) *A resposta à adubação é, também, influenciada por outros fatores, principalmente cultivar e tubérculo-semente. Cultivares de ciclo curto e tubérculos sementes menores exigem maiores doses de fertilizantes.*

Hilário da Silva Miranda Filho
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

21.5 Batata-doce e cará

Espaçamento: 0,90 x 0,40 m (indústria); 0,80 x 0,30 m (mesa).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio a um mínimo de 4 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmolc/dm³		
	0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
			Batata-doce para mesa			
20	100	80	60	120	90	60
			Batata-doce forrageira e industrial			
20	80	60	40	100	70	40
			Cará			
20	100	70	50	100	70	40

Adubação mineral de cobertura: Trinta dias após a brotação, aplicar 30 kg/ha de N para batata-doce de mesa ou cará, ou 20 kg/ha de N para batata-doce forrageira e industrial.

Observação: *A adubação pode ser dispensada se as culturas forem feitas em rotação, após outras culturas adubadas.*

Domingos Antonio Monteiro e Valdemir Antonio Peressin
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

21.6 Inhame

Espaçamento: 0,80 a 1,00 m x 0,40 a 0,60 m (17.000 a 30.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o teor de magnésio a um mínimo de 4 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a seguinte tabela:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmolc/dm³		
	0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
0	80	60	40	60	40	20

Adubação mineral de cobertura: Aplicar 20 kg/ha de N, 30 a 60 dias após o plantio e a mesma quantidade, 120 a 150 dias após o plantio.

Domingos Antonio Monteiro e Valdemir Antonio Peressin
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

21.7 Mandioca

Espaçamento: 1,0 a 1,2 m x 0,6 m.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 $mmol_c/dm^3$. Não aplicar mais de 2 t/ha de calcário.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e as quantidades indicadas na tabela seguinte:

Nitrogênio	P resina, mg/dm³				K⁺ trocável, $mmol_c/dm^3$			Zn DTPA, mg/dm³		
	0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,7-1,5	>1,5	<0,6	0,6-1,2	>1,2
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha			Zn, kg/ha		
0	80	60	40	20	60	40	20	4	2	0

Adubação mineral de cobertura: Aplicar de 0 a 40 kg/ha de N, aos 30 a 60 dias após a brotação; menores aplicações, no caso de plantas muito verdes, em áreas recém-desbravadas ou pousio.

Observação: *A adubação pode ser dispensada se a mandioca for plantada, em rotação, após cultura adubada.*

José Osmar Lorenzi
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

21.8 Mandioquinha

Espaçamento: 0,70 a 0,80 m x 0,30 m (40.000 a 50.000 mudas/ha).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de 8 $mmol_c/dm^3$.

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo.

Nitrogênio	P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, $mmol_c/dm^3$			B, mg/dm³		
	0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5	0-0,20	0,21-0,60	>0,60
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha			B, kg/ha		
	Cultura irrigada								
0	150	100	70	120	90	60	2	1	0
	Cultura não-irrigada								
0	120	80	40	80	60	40	2	1	0

Adubação mineral de cobertura: Na cultura irrigada, aplicar 60 kg/ha de N, sendo metade aos 30 dias e metade aos 60 dias. Na cultura não-irrigada, aplicar 40 kg/ha de N, parcelando em duas vezes, aos 20 e 60 dias após o plantio.

Domingos Antonio Monteiro e Valdemir Antonio Peressin
Seção de Raízes e Tubérculos - IAC

22. OUTRAS CULTURAS INDUSTRIAIS

Página

22. OUTRAS CULTURAS INDUSTRIAIS

Bernardo van Raij e Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

22.1 Considerações gerais

As culturas aqui apresentadas não se enquadram nos grupos anteriormente discutidos. Não há afinidade entre elas que sirva de denominador comum.

A cultura mais importante do grupo é a cana-de-açúcar, que ocupa a maior área cultivada do Estado, proporcionando maior renda e também maior consumo de fertilizantes. Por outro lado, as demais culturas têm pouca expressão no Estado de São Paulo, embora o palmito e a seringueira passem por período de expansão.

22.2 Composição química e diagnose foliar

A composição em macronutrientes das três culturas é apresentada no quadro 22.1, bem como a produtividade mais comum.

A planta de pupunha extrai grande quantidade de nutrientes, parte dos quais é reciclada no local, após o corte da palmeira para retirada do palmito. Os nutrientes exportados representam cerca de 14, 21, 27 e 13% do N, P, K e S, respectivamente, do nutriente contido na parte da planta cortada. A taxa de reciclagem do P e do K é relativamente alta, mas o N está sujeito a perdas maiores no processo de decomposição dos restos da planta que permanecem na superfície do solo.

Quadro 22.1. Conteúdo de alguns macronutrientes nos produtos colhidos de cana-de-açúcar, pupunha e seringueira e produtividade mais comum

Cultura	Produto	Teor de nutrientes				Produtividade
		N	P	K	S	
		kg/t				t/ha
Cana-de-açúcar	Colmos industriais	0,9	0,2	1,1	0,3	60-120
Pupunha	Palmito + pontas ([1])	12,0	2,5	17,6	1,5	1,5-3,0([2])
Seringueira	Borracha seca	11,0	2,3	10,0	-	1,0-1,5

([1]) Partes da planta removidas do campo para a extração do palmito; o restante é reciclado no local. A parte aérea cortada da planta de pupunha que permanece no campo contém 73, 10, 48 e 10 kg/ha de N, P, K e S, respectivamente, para cada tonelada de palmito produzido. ([2]) Matéria fresca de palmito de primeira + coração (picado). Os valores indicados se referem aos nutrientes removidos do campo.

O quadro 22.2 indica as instruções para amostragem de folhas e o quadro 22.3, as faixas de teores considerados adequados de macro- e micronutrientes.

Os limites de teores foliares considerados adequados são apresentados no quadro 22.3.

Quadro 22.2. Instruções para amostragem de folhas de cana-de-açúcar, pupunha e seringueira

Cultura	Descrição da amostragem
Cana-de-açúcar	Amostrar 30 plantas durante a fase de maior desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar, retirando os 20 cm centrais da folha +1 (folha mais alta com colarinho visível -"TVD"), excluída a nervura central.
Pupunha	Amostrar 20 plantas com altura superior a 1,6 m (do solo até a inserção da folha mais nova), durante a fase de maior desenvolvimento vegetativo (novembro a março). Retirar os folíolos da parte mediana da folha +2 (segunda folha mais nova com limbo totalmente expandido).
Seringueira	Amostrar 25 plantas no verão. Em árvores até de 4 anos, retirar duas folhas mais desenvolvidas da base de um buquê terminal situado no exterior da copa e em plena luz. Em árvores de mais de 4 anos, colher duas folhas mais desenvolvidas no último lançamento maduro em ramos baixos na copa em áreas sombreadas.

Quadro 22.3. Faixa de teores adequados de macro- e micronutrientes de cana-de-açúcar, pupunha e seringueira

Cultura	Faixa de teores foliares de nutrientes considerados adequados					
	Macronutrientes, g/kg					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cana-de-açúcar	18-25	1,5-3,0	10-16	2,0-8,0	1,0-3,0	1,5-3,0
Pupunha	22-35	2,0-3,0	9-15	2,5-4,0	2,0-4,5	2,0-3,0
Seringueira	29-35	1,6-2,5	10-17	0,7-0,9	1,7-2,5	1,8-2,6
	Micronutrientes, mg/kg					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Cana-de-açúcar	10-30	6-15	40-250	25-250	0,05-0,20	10-50
Pupunha	12-30	4-10	40-200	30-150	-	15-40
Seringueira	20-70	10-15	50-120	40-150	-	20-40

No caso da cana-de-açúcar, a diagnose foliar é uma técnica que ainda não se firmou, no Brasil. Dentre os principais fatores que interferem na composição química da folha, destacam-se: variedade, solo, clima e época de amostragem. Assim, os limites apresentados são fornecidos como referência, indicando faixa de teores comuns em canaviais bem supridos de nutrientes. Teores menores que os limites mínimos indicados devem ser tomados como indício de possível deficiência, e não como uma certeza. Além disso, teores acima do limite superior da faixa podem indicar suficiência do nutriente, mas não excesso que prejudique a produtividade.

22.3 Cana-de-açúcar

Amostragem de solo: Antes do plantio da cana-de-açúcar, retirar amostra composta da área total. Em soqueiras, retirar amostras no meio das ruas. Amostrar de 20-40 cm de profundidade para avaliação da acidez.

Espaçamento: 1,0 a 1,5 m entre as linhas (12 a 18 gemas/metro linear de sulco).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 60%, porém não menos que 1 t/ha e mais do que 5 t/ha do corretivo (PRNT = 100). Aplicar pelo menos 1 t/ha de calcário dolomítico, se o teor de Mg^{2+} trocável for inferior a 5 $mmol_c/dm^3$.

Controlar a acidez do solo das soqueiras, com amostragem a cada dois anos, aplicando calcário antes dos tratos culturais, quando necessário, para elevar a saturação por bases a 60%.

Embora a cana-de-açúcar seja uma cultura tolerante à acidez, a aplicação de calcário tem-se revelado econômica, principalmente se forem consideradas as colheitas de vários anos. Assim, a calagem preconizada, para saturação por bases de 60% e aplicação máxima de 5 t/ha (PRNT 100), garante a correção adequada da acidez e o fornecimento de cálcio e magnésio para vários anos de soqueiras, além de evitar dosagens excessivas em solos de CTC alta.

Gessagem: O gesso deve ser aplicado com base na análise da amostra composta de solo retirada de 20-40 cm de profundidade. Sua aplicação se fará quando constatado teor de Ca^{2+} inferior a 4 $mmol_c/dm^3$ e/ou saturação por alumínio acima de 40%. As quantidades a aplicar, de acordo com a textura do solo, podem ser calculadas pela fórmula seguinte:

Argila (em g/kg) x 6 = kg/ha de gesso a aplicar

O efeito do gesso no solo dá-se abaixo da camada arável e perdura por vários anos, não havendo necessidade de reaplicação.

Uso de resíduos da agroindústria canavieira: A vinhaça é aplicada em quantidades que podem variar de 60 a 250 m^3/ha , dependendo da concentração de K_2O. A quantidade de potássio adicionada pela vinhaça deve ser deduzida integralmente da adubação mineral.

A torta de filtro (úmida) pode ser aplicada em área total (80-100 t/ha), em pré-plantio, no sulco de plantio (15-30 t/ha) ou nas entrelinhas (40-50 t/ha). Metade do fósforo aí contido pode ser deduzido da adubação fosfatada recomendada.

Adubação verde: Na reforma do canavial pode-se realizar o plantio de adubo verde. As espécies mais utilizadas são: a crotálaria júncea e a mucuna preta.

Adubação mineral de plantio: Na tabela seguinte, são indicadas as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio a aplicar, com base na análise de solo e na produtividade esperada:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3			
		0-6	7-15	16-40	>40
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha			
<100	30	180	100	60	40
100-150	30	180	120	80	60
>150	30	([1])	140	100	80

Produtividade esperada	K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3				
	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	3,1-6,0	>6,0
t/ha	K_2O, kg/ha				
<100	100	80	40	40	0
100-150	150	120	80	60	0
>150	200	160	120	80	0

([1]) Não é provável obter a produtividade dessa classe, com teor muito baixo de P no solo.

Se for constatada deficiência de cobre ou de zinco, de acordo com análise de solo, aplicar os nutrientes com a adubação de plantio, nas quantidades indicadas pela seguinte tabela:

Zinco no solo	Zn	Cobre no solo	Cu
mg/dm^3	kg/ha	mg/dm^3	kg/ha
0-0,5	5	0-0,2	4
>0,5	0	>0,2	0

Adubação mineral de cobertura da cana-planta: Utilizar 30 a 60 kg/ha de N, de acordo com a meta de produtividade, aplicando 30 a 60 dias após o plantio (março-abril) ou no final do período das chuvas. Em solos arenosos ou de textura média, aplicar apenas 100 kg de K_2O no plantio, acrescentando o restante em cobertura, juntamente com o nitrogênio.

Adubação mineral da cana-soca: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada.

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K^+ trocável, mmol$_c$/dm^3		
		0-15	>15	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha		K_2O, kg/ha		
<60	60	30	0	90	60	30
60-80	80	30	0	110	80	50
80-100	100	30	0	130	100	70
>100	120	30	0	150	120	90

Aplicar os adubos ao lado das linhas de cana, superficialmente e misturados ao solo, no máximo a 10 cm de profundidade.

Grupo Paulista de Adubação de Cana-de-Açúcar
(em ordem alfabética)

Ademar Spironello - IAC
Bernardo van Raij (coordenador) - IAC
Claudimir Pedro Penatti - COPERSUCAR
Heitor Cantarella - IAC
Jorge L. Morelli - Grupo Zillo Lorenzetti
José Orlando Filho - CCA - UFSCar
Marcos Guimarães de Andrade Landell - IAC
Raffaella Rossetto - IAC

22.4 Pupunha para extração de palmito

22.4.1 Adubação para a formação de mudas

O substrato para a formação de mudas deve ser elaborado misturando material de solo ou subsolo e matéria orgânica, na proporção de 3+1 até 1+1, em volume. Bons resultados são obtidos com esterco de curral bem curtido ou composto de lixo peneirado.

A calagem deve ser feita para elevar a porcentagem de saturação por bases (V%) do solo, antes da mistura com o material orgânico, a 60%, utilizando a fórmula abaixo, onde NC é a dose de calcário em kg/m³ de solo:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \times CTC}{PRNT \times 20}$$

Para a adubação do substrato adicionar 500 g de P_2O_5 (superfosfato simples ou triplo, termofosfato ou hiperfosfato) e 100 g de K_2O (cloreto ou sulfato de potássio) por metro cúbico do substrato. Aplicar 90 g de K_2O por metro cúbico do substrato já envasado, parcelado em três vezes, em plantas a partir do 4.º mês, dissolvendo o adubo na água de irrigação. Geralmente, o adubo orgânico fornece N suficiente para a formação da muda e a aplicação desse nutriente, nesta fase, produz efeitos negativos.

22.4.2 Adubação de implantação (até 6 meses após o transplante das mudas no campo)

Espaçamento: 2 x 1 m; 2 x 1 x 1 m; 1,5 x 1,0 m (áreas com declive acentuado).

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%, utilizando calcário dolomítico.

Adubação orgânica: aplicar, se disponível, 10 a 20 t/ha de esterco de curral ou composto de lixo curtidos, distribuindo o adubo no sulco de plantio ou cova, misturado com o adubo mineral fosfatado e potássico.

Adubação mineral de plantio: Aplicar, no sulco de plantio ou cova, de acordo com a análise de solo, as seguintes doses:

P resina, mg/dm³			K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³		
0-12	13-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
140	100	70	60	30	0

Além da adubação acima, aplicar em cobertura, ao redor da muda, iniciando cerca de 30 dias após o transplante, 20 kg/ha de N a cada 60 dias, até os 5 meses. Essa adubação, ou parte dela, pode ser suspensa caso tenha sido utilizado adubo orgânico no sulco ou cova e o desenvolvimento das plantas esteja satisfatório.

22.4.3 Adubação de produção

A adubação de produção tem início 6 meses após o transplante das mudas.

Calagem: Em culturas implantadas, analisar o solo pelo menos a cada 3 anos e aplicar calcário dolomítico para elevar a saturação por bases a 50%.

Adubação para a produção de palmito: Aplicar, por ano, as doses indicadas na tabela abaixo conforme a análise de solo e a produtividade esperada de matéria fresca de palmito de primeira + picado (palmito + resíduo basal e apical):

Produtividade esperada	Classe de resposta a N		P resina, mg/dm³		
	1	2	0-12	12-30	>30
t/ha	N, kg/ha		P_2O_5, kg/ha		
1,0-2,0	160	110	40	20	0
2,0-3,0	230	180	60	30	0
3,0-4,0	300	*	80	50	0

Produtividade esperada	K⁺ trocável, mmol$_c$/dm³			
	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	K_2O, kg/ha			
1,0-2,0	100	70	40	20
2,0-3,0	180	100	60	30
3,0-4,0	260	140	100	50

* Produtividade pouco provável de ser obtida em locais sem abundância de água.

Classes de resposta a N: (1) regiões com precipitação anual igual ou acima de 1.800 mm ou com irrigação complementar; **(2)** regiões com precipitação menor que 1.800 mm.

A partir do quarto ano, se a reciclagem das folhas, estipes e bainhas deixadas no terreno for adequadamente realizada, reduzir as doses de N em 30%.

Aplicar, por ano, 20 a 50 kg/ha de S, conforme a faixa de produtividade esperada.

Se o teor de B no solo for igual ou menor que 0,21 mg/dm^3, aplicar anualmente 2,0 kg/ha de B e, se estiver entre 0,21 e 0,60 mg/dm^3, 1,0 kg/ha de B.

Cerca de 70 a 80% dos nutrientes contidos na parte cortada da planta permanecem nas folhas e restos após a remoção da ponta para a extração do palmito. Assim, a reciclagem dos resíduos no campo ajuda a enriquecer o solo e economizar fertilizantes.

Modo de aplicação: Aplicar o adubo em faixas, em ambos os lados da linha, a cerca de 30 a 50 cm da planta, parcelados em 3 a 5 aplicações anuais, durante a fase de maior desenvolvimento vegetativo.

Observação: plantas com adubação desequilibrada, alta em P e baixa em N, apresentam palmito com maior teor de fibra e coloração amarelada, de menor valor comercial.

Marilene Leão Alves Bovi
Seção de Plantas Tropicais - IAC

e Heitor Cantarella
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

22.5 Seringueira

Espaçamento: 8 x 2,5 m (500 plantas/hectare)

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%. Não usar mais de 2 t/ha de calcário dolomítico a cada três anos.

Adubação de plantio: Incorporar na cova 30 g de P_2O_5, 30 g de K_2O e, em solos deficientes, com teores de Zn inferiores a 0,6 mg/dm^3, 5 g de Zn. Quando disponível, usar 20 litros de esterco de curral curtido. Aplicar nitrogênio em cobertura, em 3 parcelas de 30 g/planta durante o primeiro ano.

Adubação de formação e exploração: Aplicar os nutrientes de acordo com a análise de solo inicial da área e, depois, a cada três anos.

Idade	Nitrogênio	P resina, mg/dm^3		K+ trocável, mmol$_c$/dm^3	
		0-12	>12	0-1,5	>1,5
anos	N, kg/ha	—— P_2O_5, kg/ha——		————K_2O, kg/ha————	
2- 3	40	40	20	40	20
4- 6	60	60	30	60	30
7-15	60	50	30	60	30
>16	50	40	20	50	30

Utilizar metade da adubação no início e metade no fim das águas, distribuindo ao redor das árvores.

Ondino Cleante Bataglia
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

e Paulo de Souza Gonçalves
Seção de Plantas Tropicais - IAC

23. FLORESTAIS

Página

23. FLORESTAIS

José Leonardo de Moraes Gonçalves
Departamento de Ciências Florestais - ESALQ-USP

Bernardo van Raij
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

Jânio Carlos Gonçalves
Divisão de Implantação de Projetos Físico-Botânicos - CESP

23.1 Informações gerais

As espécies dos gêneros *Eucalyptus e Pinus* e as naturais da Mata Atlântica apresentam exigências nutricionais bastante distintas entre si, com grande repercussão sobre as diretrizes a serem adotadas no planejamento das recomendações de adubação, prática fundamental para a produção de mudas de boa qualidade silvicultural e para que as plantações florestais alcancem níveis adequados de crescimento no campo.

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. As características e quantidades de adubos a aplicar dependerão da fertilidade do solo, das necessidades nutricionais das espécies florestais, da reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica. As recomendações de adubação devem ser, de preferência, definidas em nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, com base em experimentação de campo. Assim, essas recomendações devem ser consideradas como diretrizes gerais, que poderão ser alteradas de acordo com a experiência regional.

A grande maioria das áreas de florestamento ocupadas com pinus e eucaliptos está sobre solos muito intemperizados e lixiviados, portanto, com baixa disponibilidade de nutrientes para as árvores. Como fator complicante, o atendimento da demanda nutricional é bastante prejudicado pelos altos índices de deficiência hídrica que ocorrem na maior parte das áreas, como as da região

dos cerrados, onde estão os maiores blocos de florestamentos com eucaliptos e pinus.

Com relação aos macronutrientes, os sintomas visuais de deficiência e as maiores respostas à adubação têm sido observados no campo, com mais freqüência, na seguinte ordem: P > N ≥ K > Ca > Mg; e, para os micronutrientes, B ≥ Zn. Em geral, para solos mais arenosos e deficientes no fornecimento de água, observa-se, mais freqüentemente, maiores respostas à adubação.

Contudo, graças às baixas exigências em fertilidade do solo e também ao programa de melhoramento genético desenvolvido no Brasil, em que se procura adaptar as espécies às condições edafoclimáticas de cada região, as florestas de eucaliptos e pinus têm-se mostrado produtivas, mesmo com recomendações de adubação muito aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas.

A situação das espécies nativas da Mata Atlântica é bem diferente. O reflorestamento de áreas anteriormente ocupadas pela Mata Atlântica tem aumentado dia a dia. Atualmente, a legislação exige que 20% da área das propriedades rurais seja conservada com sua vegetação natural, como uma *reserva legal*, bem como as áreas consideradas como de *preservação permanente*, que compreendem terrenos com mais de 45% de declividade, topos de morros, matas ciliares, nascentes, margens de reservatórios de água, dentre outras, que devem ser mantidas com 100% da vegetação natural. Em razão da degradação ou remoção anterior dessa floresta, faz-se necessário o enriquecimento ou o reflorestamento das áreas.

A maioria das espécies florestais nativas da Mata Atlântica, apresentam média a alta demanda nutricional, exigindo, para seu estabelecimento, pelo menos solos de média fertilidade e com boas condições hídricas, sem longos períodos de estiagem. Dada à grande diversidade das espécies e, conseqüentemente, às exigências nutricionais, fica difícil indicar recomendações de adubação específicas para cada espécie. O problema tem sido contornado mediante recomendações de adubação que assegurem o suprimento de nutrientes às espécies mais exigentes, de forma que as demais espécies também tenham suas demandas nutricionais atendidas.

Na descrição das recomendações serão consideradas, separadamente, as adubações de viveiro e de campo.

23.2 Conteúdo de macronutrientes em *Eucalyptus* e *Pinus*

A ciclagem de nutrientes responde pelo atendimento da maior parte da demanda nutricional das árvores, dependendo do estágio de desenvolvimento da floresta. A magnitude dos fluxos de nutrientes via ciclagem aumenta consideravelmente na fase de fechamento de copas, quando as partes inferiores

começam a perder suas folhas devido às limitações de luminosidade. Antes da queda das folhas, grande parte dos nutrientes migram para os tecidos mais jovens das árvores. Com a deposição de folhas, galhos e outros resíduos vegetais, forma-se a serapilheira sobre a superfície do solo que, ao se decompor, libera nutrientes para as árvores, os quais são imediatamente aproveitados pelo emaranhado de radicelas que se misturam com os componentes da serapilheira. Sob tais condições, quanto mais velho for o povoamento florestal, menor sua dependência da fertilização, pois a ciclagem de nutrientes, por si só, atende grande parte das exigências nutricionais das árvores. Daí porque, esperam-se melhores relações entre a disponibilidade de nutrientes no solo e o crescimento nos estágios iniciais de desenvolvimento das árvores, quando a análise de solo serve de importante ferramenta de diagnose.

É importante avaliar as quantidades de nutrientes exportadas do terreno através da madeira removida, as quais, em geral, são muito maiores para as espécies de *Eucalyptus* relativamente às de *Pinus*, principalmente para os nutrientes K, Ca e Mg. A ordem dos nutrientes mais acumulados é bastante distinta entre esses gêneros. Para o *Eucalyptus* observa-se a ordem Ca > N > K > Mg > P e para *Pinus* N > Ca > K > Mg (Quadro 23.1).

A quantidade de nutrientes contidos na casca é muito significativa, particularmente para o eucalipto, que tem o Ca como o nutriente mais acumulado neste componente. Assim, o descascamento da madeira no campo resulta na redução de exportação de nutrientes, com elevada repercussão sobre o potencial produtivo.

Não é apresentada a composição química das essências nativas, que é muito variada.

Quadro 23.1. Conteúdo de macronutrientes nos gêneros *Eucalyptus* (6-10 anos) e *Pinus* (8-24 anos)

Gêneros	Componentes	Biomassa	Quantidade de nutrientes				
			N	P	K	Ca	Mg
		t/ha	kg/t				
Eucalyptus	Madeira	60-250	1,0-2,5	0,15-0,60	0,5-1,5	0,5-1,5	0,2-0,6
	Casca	8-25	3,0-3,5	0,30-1,50	3,0-6,0	3,0-10,0	1,0-4,0
Pinus	Madeira	70-400	1,0-1,5	0,07-0,12	0,3-0,9	0,1-0,6	0,1-0,2
	Casca	15-65	1,5-3,0	0,15-0,20	0,6-1,2	0,5-1,5	0,1-0,3

23.3 Diagnose foliar

O conteúdo dos nutrientes na planta reflete o seu estado nutricional, servindo para o ajuste dos programas de adubação. Deve-se ressaltar, contudo, que as deficiências nutricionais identificadas pela análise de tecido dificilmente podem ser corrigidas em tempo, sem que o crescimento das árvores seja prejudicado.

A composição química dos tecidos é afetada por fatores internos e externos às árvores. Por isso, a amostragem precisa ser bem definida quanto à época, tipo de tecido, posição na árvore e representatividade da população de árvores.

O tecido mais utilizado neste método é o foliar. A época de amostragem deve ser aquela em que haja maior estabilidade dos teores dos nutrientes no interior das árvores. As folhas a serem amostradas devem ser recém-maduras, normalmente o penúltimo ou antepenúltimo lançamento de folhas dos últimos 12 meses. Para as variedades mais responsivas à adubação NPK, recomenda-se a amostragem de uma folha de cada ponto cardeal do terço superior da copa, no antepenúltimo lançamento de folhas dos galhos. A amostragem deverá ser feita no fim do inverno e contemplar pelo menos 20 árvores de cada gleba. Essas glebas devem ser bem homogêneas quanto ao tipo de solo, topografia, condições climáticas e histórico de manejo anterior. Cada gleba não deve ter mais de 50 ha.

Quadro 23.2. Faixas de teores de macro- e micronutrientes considerados adequados, na matéria seca de folhas de *Eucalyptus* e *Pinus* (plantas adultas)

Gênero	Faixas de teores adequados na matéria seca das folhas					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Eucalyptus	13-18	0,9-1,3	9-13	6-10	3,5-5,0	1,5-2,0
Pinus	11-13	0,8-1,2	6-10	3- 5	1,3-2,0	1,3-1,6

Gênero	Faixas de teores adequados na matéria seca das folhas					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg/kg					
Eucalyptus	30-50	7,0-10,0	150-200	400-600	0,5-1,0	35-50
Pinus	12-25	4,0- 7,0	100-200	250-600	-	30-45

O quadro 23.2 indica as faixas de concentração de nutrientes em folhas de espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* consideradas adequadas, ou seja, para árvores que apresentam boas taxas de crescimento, não mostrando sintomas de deficiência nutricional. Quanto mais distante dessas faixas forem os teores dos nutrientes, maior o grau de deficiência ou consumo de luxo/toxicidade, respectivamente, para valores inferiores ou superiores aos das faixas.

Não são apresentadas as faixas de concentração de nutrientes das espécies ocorrentes na Mata Atlântica por falta de informações e, também, pela grande diversidade de espécies.

23.4 Sistemas de produção de mudas

Atualmente, os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de eucaliptos e pinus são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno. Os primeiros, mais antigos, normalmente utilizam como substrato a terra de subsolo, preferencialmente, com teores de argila entre 20 a 35%. Com isso, assegura-se boa permeabilidade e estruturação do substrato no interior do saco plástico e, conseqüentemente, boa drenagem e resistência ao manuseio. O segundo sistema, que se difundiu muito pelo Brasil nos últimos 10 anos, utiliza, predominantemente, substratos orgânicos simples ou misturados.

Os compostos orgânicos mais utilizados são o esterco de curral curtido, húmus de minhoca, cascas de eucalipto e pinus decompostas, bagacilho de cana decomposto, entre outros. Esses substratos são geralmente utilizados como os principais componentes de misturas, que incluem também palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa. Os três últimos são utilizados, fundamentalmente, para melhorar as condições de drenagem do substrato.

Algumas composições de substratos que têm dado bons resultados:

a) 80% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada;

b) 60% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada + 20% de terra arenosa;

Os métodos, as doses e as épocas de incorporação de adubos nos substratos de cultivo devem ser bastante criteriosos, pois, além de garantir o bom crescimento e qualidade das mudas, a adubação é o principal meio que o viveirista tem para "segurar" ou "adiantar" o crescimento no viveiro. Isso dá maior flexibilidade de tempo para o plantio das mudas no campo, sem perdas significativas da qualidade técnica.

Na fase de viveiro, os adubos mais recomendados, pelas características físicas e químicas e a facilidade de aquisição, são o sulfato de amônio, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, de preferência na forma de pó, de modo a facilitar a homogeneização dos adubos com o substrato de cultivo das mudas.

23.5. Viveiro de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*

• Produção de mudas no sistema de sacos plásticos

A melhor forma de fazer a aplicação de adubos neste sistema consiste no parcelamento das doses recomendadas dos adubos. Cerca de 50% das doses de N e de K_2O, e 100% das doses de P_2O_5 e micronutrientes são misturados com terra de subsolo, antes do enchimento dos sacos plásticos, comumente denominado *adubação de base*. O restante dos adubos é aplicado, parceladamente, *em cobertura*, na forma de soluções ou suspensões aquosas.

Recomenda-se as seguintes dosagens de adubos:

a) adubação de base: 150 g de N, 700 g de P_2O_5, 100 g de K_2O e 200 g de "fritas" BR-12 (silicato fundido contendo vários micronutrientes) ou produto equivalente para cada 1 m^3 de terra de subsolo. Com 1 m^3 desse substrato é possível encher cerca de 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade, os mais utilizados para produção de mudas de eucalipto e pinus. Normalmente, os teores de Ca e de Mg, em amostras de subsolos, são muito baixos e, por esta razão, recomenda-se, também, a incorporação de 500 g de calcário dolomítico por m^3 de terra.

É oportuno ressaltar que o uso de calcário visa suprir Ca e Mge não corrigir a acidez, uma vez que Eucaliptus e Pinus toleram altos níveis de Al e Mn.

b) adubação de cobertura: Aplicar 100 g de N mais 100 g de K_2O, parcelando em 3 ou 4 aplicações, para 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade. Para a aplicação desses nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 litros de água. Com a solução obtida, regar 10.000 saquinhos. Para esta adubação recomenda-se alternar as aplicações de K_2O, ou seja, em uma utilizar N e K_2O, na seguinte apenas N, e assim por diante.

As aplicações deverão ser feitas no final da tarde, ou ao amanhecer, seguidas de leves irrigações, apenas para diluir ou remover os resíduos de adubo que ficam depositados sobre as folhas.

Geralmente, as adubações de cobertura devem ser feitas em intervalos de 7 a 10 dias; a primeira, necessariamente, 15 a 30 dias após a germinação das plantas. A época de aplicação das demais, poderá ser melhor determinada pelo viveirista, ao observar as taxas de crescimento e as mudanças de coloração das mudas. À menor perda de viço das mudas, com o aparecimento de cores desbotadas, que variam de tons avermelhados a amarelados para o eucalipto e simplesmente amarelados para o pinus, fazer a adubação de cobertura.

Quando as mudas já estiverem formadas, portanto, prontas para serem plantadas no campo, recomenda-se, antes da expedição, fazer a "rustificação", para amenizar os estresses no campo. Na fase de "rustificação", que dura de 15 a 30 dias, reduz-se as regas e suspende-se a adubação de cobertura. No início desta fase, recomenda-se uma adubação contendo apenas K, para aumentar o potencial iônico interno das mudas, fazendo com que elas sejam, fisiologicamente, mais capazes de regular suas perdas de umidade, além de facilitar o engrossamento do caule, fatores muito importantes para a adaptação das mudas às condições adversas de campo.

• Produção de mudas no sistema de tubetes de polipropileno

Similarmente às recomendações feitas para o sistema de produção de mudas em sacos plásticos, a melhor forma de aplicação de adubos nos substratos utilizados no sistema de tubetes de polipropileno é a parcelada, parte como adubação de base e parte como adubação de cobertura.

a) adubação de base: 150 g de N, 300 g de P_2O_5, 100 g de K_2O e 150 g de "fritas" BR-12 ou material similar para cada 1 m^3 de substrato. Com 1 m^3 desse substrato é possível encher cerca de 20.000 tubetes com capacidade de 50 cm^3 cada um. Geralmente, o pH e os níveis de Ca e Mg nos substratos utilizados neste sistema são elevados, de modo que a aplicação de calcário não é recomendada, evitando-se assim problemas como a volatilização de N e deficiência de micronutrientes.

b) adubação de cobertura: Devido à grande permeabilidade do substrato, que facilita as lixiviações, e ao pequeno volume de espaço destinado a cada muda, são necessárias adubações de cobertura mais freqüentes do que no caso de formação de mudas em sacos plásticos. Para a aplicação dos nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 litros de água. Com a solução obtida, regar 10.000 tubetes em intervalos de 7 a 10 dias, até que as mudas atinjam o tamanho desejado.

A alternância das aplicações de K, bem como as demais recomendações feitas no sistema de produção de mudas em sacos plásticos, descritos anteriormente, devem ser aqui também consideradas.

23.6 Viveiro de mudas de essências florestais típicas da Mata Atlântica

De modo geral, as espécies florestais da Mata Atlântica são muito mais exigentes nutricionalmente que as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. Essas espécies, principalmente as das classes secundárias e clímax da sucessão florestal, são sensíveis à acidez e aos altos níveis de Al e Mn dos solos, além de muito exigentes em macro- e micronutrientes. Normalmente, essas espécies têm um tempo de permanência no viveiro maior que o eucalipto e o pinus, comumente, superior a 6 meses.

• Adubação de mudas produzidas no sistema de sacos plásticos

Aqui também é válida a maior parte das recomendações feitas para a formação de mudas de eucaliptos e pinus. As grandes diferenças estão, apenas, nas dosagens das adubações, que são maiores – geralmente conseguidas com um número maior de adubações de cobertura – e na necessidade de se fazer a calagem da terra de subsolo, caso sejam baixos o pH e os níveis de Ca e Mg, e altos os níveis de Al e Mn, o que deve ser verificado previamente, com a análise química do substrato.

Recomenda-se as seguintes dosagens de calcários e adubos:

a) adubação de base: normalmente o pH e os níveis de Ca e Mg nas terras de subsolo são muito baixos. Por esta razão, o primeiro passo a ser dado é a calagem da terra de subsolo. Desta forma, ficam garantidos o pH adequado e o suprimento de Ca e Mg para as mudas. As espécies das classes ecológicas denominadas secundárias e clímax são bem mais exigentes nutricionalmente que as pioneiras. A faixa ideal de pH (em $CaCl_2$ 0,01 mol/L) do substrato varia de 5,5 a 6,0. O calcário deve ser incorporado à terra de subsolo, de preferência 15 dias antes de ser usado. A dose de calcário dolomítico a aplicar pode ser calculada pela fórmula:

$$N.\,C. = \frac{CTC\,(V_2 - V_1)}{20\,PRNT}$$

onde:

N.C. = necessidade de calcário em kg/m^3 de terra;
C.T.C. = capacidade de troca de cátions, em $mmol_c/dm^3$ de terra;
V_2 = saturação por bases desejada, 60%;
V_1 = saturação por bases encontrada na terra de subsolo;
PRNT = Poder relativo de neutralização do calcário, em % Equiv. $CaCO_3$.

Após a incorporação do calcário, aplicar 150 g de N, 700 g de P_2O_5, 100 g de K_2O e 200 g de "fritas" BR-12 ou material equivalente para 1 m^3 de terra de subsolo. Com 1 m^3 desse substrato é possível encher cerca de 1.200 saquinhos de 1 kg de capacidade, os recipientes mais usados para produção de mudas das essências florestais nativas das matas brasileiras.

Para evitar a incorporação de calcário ao substrato, recomenda-se o uso de terra de subsolo que apresente, naturalmente, pH elevado e altos níveis de Ca e Mg.

b) adubação de cobertura: 100 g de N mais 100 g de K_2O em cada aplicação. Para a aplicação desses nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 litros de água. Com esta solução, regar 2.500 saquinhos de 1 kg de capacidade cada um. Recomenda-se a intercalação das aplicações de K_2O, ou seja, em uma utilizar N e K_2O, na seguinte, apenas N, e assim por diante.

Geralmente, as adubações de cobertura devem ser feitas em intervalos de 7 a 10 dias; a primeira comumente 15 a 30 dias após a emergência das plantas. A época de aplicação das demais adubações de cobertura poderão ser melhor determinadas pelo viveirista, ao observar as taxas de crescimento e as mudanças de coloração das mudas.

• Adubação de mudas produzidas no sistema de tubetes de polipropileno

Com exceção do maior número de aplicações de adubos em cobertura, todos os demais procedimentos e recomendações feitas para a produção de mudas de eucalipto e pinus são também válidas aqui.

23.7 Florestamentos homogêneos com *Eucalyptus* e *Pinus*

Amostragem do solo: Retirar amostras compostas de, pelo menos, 20 amostras simples da camada 0-20 cm de profundidade, de glebas homogêneas de no máximo 50 ha. Opcionalmente, retirar, também, amostras nas profundidades de 20-40 ou 40-60 cm.

A camada de solo que tem mostrado teores de nutrientes mais relacionados com o crescimento das árvores é a de 0-20 cm de profundidade, onde ocorrem, com mais intensidade os processos de absorção pelas raízes. Todavia, a amostragem das camadas de 20-40 ou 40-60 cm de profundidade fornece informações sobre restrições químicas à atividade radicular.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a soma dos teores de cálcio e magnésio, utilizando a expressão:

$$NC = 10\ [X - (Ca + Mg)]/\ PRNT)$$

em que a necessidade de calagem, NC, é dada em toneladas por hectare e X tem um valor de 20 para *Eucalyptus*, os teores de Ca e Mg são dados em termos de $mmol_c/dm^3$ e o PRNT em porcentagem de equivalente $CaCO_3$.

Distribuir o calcário a lanço, em área total ou em faixas de 1,0 a 1,5 m de largura sobre as linhas de plantio. Não é necessário a incorporação.

*As espécies **Eucalyptus** e **Pinus** plantadas no Brasil são adaptadas a baixos níveis de fertilidade do solo. As espécies são pouco sensíveis à acidez do solo e tolerantes a altos níveis de Al e Mn. Assim, a calagem visa garantir a quantidade de cálcio removida pela colheita, da ordem de 300 a 500 kg/ha de Ca para **Eucalyptus** e bem menos que isso no caso de **Pinus**.*

Adubação mineral: Aplicar as quantidades totais de N, P_2O_5 e K_2O recomendadas para o estabelecimento de florestamentos com eucaliptos e pinus, com base em resultados de análises de solo de matéria orgânica, fósforo e potássio e as tabelas seguintes:

Gênero	Matéria orgânica, g/dm³		
	0-15	16-40	>40
	N, kg/ha		
Eucalyptus	60	40	20
Pinus	30	20	0

Essa recomendação de nitrogênio, baseada no teor de matéria orgânica no solo, parte da suposição de que, em solos com teores mais elevados de matéria orgânica, o estoque de nitrogênio é maior. Além disso, solos com mais matéria orgânica são, de modo geral, mais argilosos, o que significa, comumente, maior potencial de produtividade das essências florestais.

Argila	Gênero	P resina, mg/dm³			
		0-2	3-5	6-8	>8
g/kg		P_2O_5, kg/ha			
<150	*Eucalyptus*	60	40	20	0
	Pinus	30	20	0	0
150-350	*Eucalyptus*	90	70	50	20
	Pinus	45	35	0	0
>350	*Eucalyptus*	120	100	60	30
	Pinus	60	50	0	0

As maiores recomendações de fósforo para solos com teores mais altos de argila estão relacionadas às maiores demandas nutricionais nesses nutrientes em solos argilosos, por serem, normalmente, mais produtivos, além de apresentarem maior interação dos adubos fosfatados com o solo.

Argila	Gênero	K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
		0-0,7	0,8-1,5	>1,5
g/kg		K_2O, kg/ha		
<150	*Eucalyptus*	50	30	0
	Pinus	30	20	0
150-350	*Eucalyptus*	60	40	0
	Pinus	40	30	0
>350	*Eucalyptus*	80	60	0
	Pinus	50	40	0

Também neste caso, maior teor de argila está associado com produtividade mais alta e, conseqüentemente, maior necessidade de potássio.

Acrescentar, em solos com teores baixos de boro ($B < 0,21\ mg/dm^3$), 1 kg/ha de B. Em solos com teores baixos de zinco ($Zn < 0,6\ mg/dm^3$), aplicar 1,5 kg/ha de Zn.

Adubação de plantio: Empregar 1/3 das doses de N e K_2O e 100% do P_2O_5, do B e do Zn e aplicar os adubos em filetes contínuos, no interior dos sulcos de plantio ou, alternativamente, em covas

A adubação de plantio tem como finalidade principal promover o desenvolvimento inicial das mudas – basicamente nos primeiros 6 meses pós-plantio, suplementando o solo com quantidades adicionais de nutrientes, que irão atender à demanda nutricional das mudas. Ela é tanto mais importante quanto maior for a deficiência de nutrientes no solo.

Adubação de cobertura: Aplicar o restante da adubação recomendada em 2 a 4 vezes. Para definir as épocas de aplicação dos fertilizantes, é fundamental considerar as fases de crescimento da floresta: antes, durante e após o fechamento das copas, o que tem estreita relação com as demandas nutricionais das árvores.

Para florestas de rápido crescimento, com ciclos de corte de até 10 anos, parcelar, equitativamente, as adubações de cobertura, aplicando aos 3 a 6 meses, entre 6 e 12 meses e, o restante, entre 12 e 24 meses pós-plantio. A melhor forma de definir a época das adubações é por meio do acompanhamento visual ou por medições dendrométricas do crescimento da floresta, o que permite caracterizar seu estágio de desenvolvimento.

A aplicação dos adubos pode ser feita em meia-lua ou em filetes contínuos na projeção das copas, e, após o fechamento, em faixas de 30 cm ou mais, entre as linhas de plantio. As aplicações não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas, tampouco quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

23.8 Reflorestamentos mistos com espécies típicas da Mata Atlântica

Inicialmente, é importante ressaltar que as essências florestais típicas da Mata Atlântica são muito mais exigentes em fertilidade do solo que as da região dos Cerrados. O plantio dessas espécies não deve ser feito em solos originalmente cobertos por cerrado, os quais apresentam características químicas limitantes para seu desenvolvimento. Portanto, a escolha de espécies para o reflorestamento de determinada área deve se basear no tipo florestal existente originalmente.

Calagem: Aplicar calcário para elevar a saturação por bases a 50%, quando esta for menor que 40%. Não aplicar, porém, mais que 2 t/ha.

A aplicação deverá ser feita a lanço, em área total, pelo menos 30 dias antes do plantio. Não é necessária a incorporação.

A calagem é uma prática que encarece muito a implantação de povoamentos mistos com essas espécies. Por esta razão, deve ser bastante criteriosa e só utilizada em solos muito degradados.

Adubação mineral: Aplicar de acordo com análise de solo e a seguinte tabela:

M.O., g/dm^3			P resina, mg/dm^3			K^+ trocável, $mmol_c/dm^3$		
0-15	16-40	>40	0-5	6-12	>12	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N, kg/ha			P_2O_5, kg/ha			K_2O, kg/ha		
60	40	20	80	50	0	60	30	0

Aplicar 1 kg/ha de B em solos com teores de B < 0,21 mg/dm^3 e 1 kg/ha de Zn em solos com teores de Zn < 0,6 mg/dm^3.

Adubação de plantio: Aplicar todo o fósforo, o zinco e o boro e, de preferência, 50% do nitrogênio e do potássio por ocasião do plantio, nos sulcos ou covas de plantio.

Adubação de cobertura: O restante de N e K_2O deve ser aplicado entre 3 a 6 meses após o plantio, na forma de filetes contínuos, ao redor da projeção das copas ou no meio do espaçamento entre as linhas de plantio. As aplicações de adubos em cobertura não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas, tampouco quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

24. FORRAGEIRAS

Página

24. FORRAGEIRAS

Joaquim Carlos Werner - Instituto de Zootecnia (IZ)
Valdinei Tadeu Paulino - Instituto de Zootecnia (IZ)
Heitor Cantarella - Instituto Agronômico (IAC)
Newton de O. Andrade - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI)
José Antonio Quaggio - Instituto Agronômico (IAC)

24.1. Informações gerais

As recomendações de adubação e calagem são fornecidas para dez diferentes situações de cultivo de forrageiras. Os agrupamentos adotados para as plantas forrageiras do mesmo tipo, baseiam-se em exigências de fertilidade do solo.

Tipo de exploração	Forrageira
1. Gramíneas para pasto exclusivo Grupo I:	*Panicum maximum* (Aruana, Centenário, Colonião, IZ-1, Tanzânia, Tobiatã, Vencedor); *Cynodon* (Coast-cross, Tiftons); *Pennisetum purpureum* (Cameron, Elefante, Guaçu, Napier, Uruckuami); *Chloris* (Rhodes); *Hyparrenia rufa* (Jaraguá); *Digitaria decumbens* (Pangola, Transvala); *Pennisetum clandestinum* (Quicuio) etc.
2. Gramíneas para pasto exclusivo Grupo II:	*Brachiaria brizantha* (Braquiarão, Marandu); *P. maximum* (Green-panic, Mombaça); *Andropogon gayanus* (Andropogon); *Cynodon plectostachyus* (Estrelas); *Paspalum guenoarum* (Ramirez) etc.
3. Gramíneas para pasto exclusivo: Grupo III:	*Brachiaria decumbens* (Braquiária, Ipean, Australiana); *B. humidicola* (Quicuio da Amazônia); *Paspalum notatum* (Batatais ou Gramão, Pensacola); *Melinis minutiflora* (Gordura); *Setaria anceps* (Setária) etc.
4. Leguminosas exclusivas Grupo I:	*Neonotonia wightii* (Soja-perene); *Leucaena leucocephala* (Leucena); *Desmodium intortum* e *D. ovalifolium* (Desmódio); *Arachis pintoi* (Arachis); *Lotononis bainesii* (Lotononis); *Trifolium* (Trevo Branco, Vermelho e Subterrâneo) etc.

Continua

Tipo de exploração	Forrageira
5. Leguminosas exclusivas Grupo II:	*Stylosanthes* (Estilosantes); *Calopogonium mucunoides* (Calopogônio); *Centrosema pubescens* (Centrosema); *Macroptilium atropurpureum* (Siratro); *Macrotiloma axillare* (Macrotiloma ou Guatá) *Pueraria phaseoloides* (Kudzu tropical); *Cajanus cajan* (Guandu); *Galactia striata* (Galáxia) etc.
6. Capineiras:	Elefante, Napier; *Tripsacum laxum* (Guatemala)
7. Gramíneas para fenação:	Coast-cross, Tifton, Pangola, Rhodes, Green-panic, Transvala etc.
8. Pasto consorciado Grupo I:	Gramínea + leguminosas do Grupo I.
9. Pasto consorciado Grupo II:	Gramínea + leguminosas do Grupo II
10. Leguminosa para exploração intensiva:	*Medicago sativa* (Alfafa)

24.2 Composição química, amostragem de folhas e limites de interpretação

A extração aproximada de nitrogênio, fósforo e potássio, pela parte aérea colhida ou pastejada de forrageiras importantes no Estado de São Paulo, apresenta-se no quadro abaixo, cujos dados podem ser utilizados para calcular a remoção de nutrientes pelo pastejo ou corte das forrageiras como capineiras ou para fenação.

As quantidades de nutrientes extraídas podem variar, dependendo da idade e estádio de desenvolvimento da planta, tipo de solo, adubação, entre outros (Quadro 24.1).

A composição foliar para efeito de avaliação do estado nutricional das forrageiras é apresentada para algumas espécies importantes do Estado de São Paulo (Quadro 24.2). Para as gramíneas, a parte da planta escolhida é aquela que simula a que o animal pasteja (brotação nova e folhas verdes), amostrada durante a fase de crescimento ativo (novembro a fevereiro). A amostragem de plantas de espécies leguminosas deve ser feita também de novembro a fevereiro. Para a soja perene, a parte amostrada é a ponta dos ramos desde o ápice até a 3.ª -4.ª folhas desenvolvidas; para o estilosantes, o ponteiro da planta (cerca de 15 cm); para a leucena, ramos novos com diâmetro até 5 mm; para a alfafa, o terço superior da planta no início do florescimento.

Quadro 24.1. Quantidade de nutrientes (N, P e K) extraídos na matéria seca da parte aérea de gramíneas

Forrageira	N	P	K
	kg/t		
Gramíneas do Grupo I			
Colonião	14	1,9	17
Napier	14	2,0	20
Coast-cross	16	2,5	20
Gramíneas do Grupo II			
B. brizantha	13	1,0	18
Andropogon	13	1,1	20
Gramíneas do Grupo III			
B. decumbens	12	0,9	13
Batatais	12	1,5	15
Gordura	11	1,2	15
Leguminosas do Grupo I			
Soja perene	26	2,0	21
Leucena	31	1,5	20
Leguminosas do Grupo II			
Stylosanthes	21	1,5	18
Leguminosa para exploração intensiva			
Alfafa	35	2,9	28

Quadro 24.2. Faixas de teores de nutrientes adequados para algumas forrageiras, calculados com base na matéria seca

Forrageira	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg						mg/kg				
Gramíneas do Grupo I											
Colonião	15-25	1,0-3,0	15-30	3-8	1,5-5,0	1,0-3,0	10-30	4-14	50-200	40-200	20-50
Napier	15-25	1,0-3,0	15-30	3-8	1,5-4,0	1,0-3,0	10-25	4-17	50-200	40-200	20-50
Coast-cross	15-25	1,5-3,0	15-30	3-8	2,0-4,0	1,0-3,0	10-25	4-14	50-200	40-200	30-50
Tifton	20-26	1,5-3,0	15-30	3-8	1,5-4,0	1,5-3,0	5-30	4-20	50-200	20-300	15-70
Gramíneas do Grupo II											
B. brizantha	13-20	0,8-3,0	12-30	3-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-25	4-12	50-250	40-250	20-50
Andropogon	12-25	1,1-3,0	12-25	2-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-20	4-12	50-250	40-250	20-50
Gramíneas do Grupo III											
B. decumbens	12-20	0,8-3,0	12-25	2-6	1,5-4,0	0,8-2,5	10-25	4-12	50-250	40-250	20-50
Batatais	12-22	1,0-3,0	12-25	3-6	2,0-4,0	0,8-2,5	10-25	4-12	50-250	40-250	20-50
Gordura	12-22	1,0-3,0	12-30	3-7	1,5-4,0	0,8-2,5	10-25	4-12	50-250	40-250	20-50
Leguminosas do Grupo I											
Soja perene	20-40	1,5-3,0	12-30	5-20	2,0-5,0	1,5-3,0	30-50	5-12	40-250	40-150	20-50
Leucena	20-48	1,5-3,0	13-30	5-20	2,0-4,0	1,5-3,0	25-50	5-12	40-250	40-150	20-50
Leguminosas do Grupo II											
Stylosanthes	20-40	1,5-3,0	10-30	5-20	1,5-4,0	1,5-3,0	25-50	6-12	40-250	40-200	20-50
Guandu	20-40	1,5-3,0	12-30	5-20	2,0-5,0	1,5-3,0	20-50	6-12	40-200	40-200	25-50
Leguminosa p/exploração intensiva											
Alfafa	34-56	2,5-5,0	20-35	10-25	3-8	2,0-4,0	30-60	8-20	40-250	40-100	30-50

24.3 Recomendação de adubação e calagem

Calagem: aplicar calcário para elevar a saturação por bases, conforme o tipo de forrageira, de acordo com a tabela:

Forrageira	Saturação por bases		Dose máxima a aplicar	
	Formação	Manutenção	Formação	Manutenção
	V%		t/ha	
Gramíneas do Grupo I	70	60	7	3
Gramíneas do Grupo II	60	50	6	3
Gramíneas do Grupo III	40	40	5	3
Leguminosas do Grupo I	70	60	7	3
Leguminosas do Grupo II	50	40	5	3
Capineiras	70	60	7	3
Gramíneas para fenação	70	60	7	3
Pasto Consorciado do Grupo I	70	60	7	3
Pasto Consorciado do Grupo II	50	40	5	3
Leguminosa p/exploração intensiva	80	80	10	5

Na formação da pastagem, aplicar o calcário uniformemente sobre a superfície do terreno e incorporá-lo ao solo o mais profundamente possível. Em solos com teor baixo de Mg, empregar calcário dolomítico. Em locais onde esse tipo de calcário não é facilmente disponível, utilizar pelo menos 1 t/ha de calcário dolomítico se o teor de Mg no solo for inferior a 4 $mmol_c/dm^3$ para as gramíneas dos Grupos II e III, ou 2 t/ha se o teor de Mg no solo for inferior a 8 $mmol_c/dm^3$ para as gramíneas do Grupo I e leguminosas.

Em forrageiras já estabelecidas, aplicar o calcário, com base na análise de solo, na superfície do terreno após o rebaixamento do pasto ou corte da planta, de preferência no início da estação chuvosa. Promover a incorporação quando a espécie permitir o revolvimento do solo.

• *Pastos degradados, com a superfície do solo exposta e endurecida, devem ser recuperados ao invés de receber tratamento de manutenção. Para isso, aplicar o calcário separadamente do fertilizante fosfatado e potássico (recomendados para a formação) e incorporá-los simultaneamente, no início da estação chuvosa.*

• *Para a maioria das forrageiras, recomenda-se doses maiores de calcário na fase de formação devido ao efeito residual da calagem, pois a cultura deve permanecer no campo por vários anos. Para forrageiras já formadas, as doses de calcário podem ser menores, pois leva-se em conta a tolerância da maioria das espécies forrageiras a algum grau de acidez no solo e também pela dificuldade de se promover uma boa incorporação.*

Gessagem: para alfafa e leguminosas do Grupo I, pode-se aplicar gesso com base na análise de solo da camada de 20-40 cm, quando o teor de Ca^{2+} for inferior a 4 $mmol_c/dm^3$ e/ou saturação de alumínio acima de 50%. O gesso deve ser distribuído uniformemente sobre o terreno, não havendo a necessidade de sua incorporação. As quantidades podem ser dimensionadas de acordo com a textura do solo, usando a seguinte fórmula para o cálculo:

Argila (em g/kg) x 6 = kg/ha de gesso a aplicar

A aplicação do gesso não substitui a calagem.

Para as outras forrageiras, o benefício ou retorno econômico da gessagem com o intuito de melhorar o subsolo não é garantido. No entanto, o gesso pode ser empregado como fonte de enxofre. Para isso, doses de 500 a 1.000 kg/ha devem ser suficientes para garantir o suprimento desse nutriente pelo período de 3 a 5 anos.

Adubação de formação: aplicar as quantidades de nutrientes abaixo, de acordo com os grupos de forrageiras e as características químicas do solo, conforme o quadro 1.

• *As doses de adubo, especialmente de P, estão dimensionadas levando em consideração o retorno econômico médio da atividade. No entanto, as pastagens podem responder, com aumento de produção, a doses de P cerca de 30% maiores que as recomendadas.*

• *Para a formação de pastos com gramíneas, distribuir os adubos com P e K separados das sementes, com semeadeira-adubadeira apropriada para pastagem. Quando usar fosfato solúvel em água, dar preferência à forma granulada. Se houver necessidade de aplicar apenas fósforo, esse adubo pode ser juntado à semente, desde que a mistura seja feita, no máximo, na véspera do plantio (não misturar adubo potássico à semente).*

• *Opcionalmente, pode-se empregar, como fonte de fósforo, termofosfatos ou fosfatos naturais sedimentares (ex. hiperfosfato). Quando utilizar fosfato natural não sedimentar, de menor solubilidade, não substituir com essa fonte, mais de 40% da dose total de P_2O_5 recomendada. Esse adubo deve ser aplicado e incorporado ao solo 30-60 dias antes da calagem.*

• *Para as leguminosas, recomenda-se o uso de fosfato solúvel, termofosfato ou fosfato sedimentar (ex. hiperfosfato). Estes dois últimos devem ser aplicados a lanço e incorporados ao solo. Não misturar superfosfato ou KCl às sementes. Para a alfafa, que pode necessitar doses altas de K na formação, não aplicar mais de 60 kg/ha de K_2O no sulco de plantio. Se a dose exceder esse valor, aplicar o restante do K em cobertura, cerca de 30 a 40 dias após a emergência das plantas.*

Quadro 1. Adubação de formação para forrageiras

N no plantio	N aos 30-40 dias	P no solo, mg/dm^3				K no solo, $mmol_c/dm^3$				S
		0-6	7-15	15-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0	
N, kg/ha		P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha				S, kg/ha
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo I										
0	40([1])	100	70	40	0	60	40	0	0	20
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo II										
0	40([1])	80	60	40	0	50	30	0	0	20
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo III										
0	40([1])	60	40	20	0	40	20	0	0	20
Leguminosas exclusivas, Grupo I										
0	0	100	80	60	30	60	40	30	0	30
Leguminosas exclusivas, Grupo II										
0	0	80	60	40	20	60	40	30	0	20
Capineiras										
0	50	120	100	60	30	80	60	30	0	20
Gramíneas para fenação										
0	50([1])	120	100	60	30	60	40	30	0	20
Pasto consorciado, Grupo I										
0	0	100	80	60	30	60	40	30	0	30
Pasto consorciado, Grupo II										
0	0	80	60	40	20	60	40	30	0	20
Alfafa para exploração intensiva										
0	0	150	130	100	50	160	130	100	60	50

([1]) Aplicar nitrogênio em cobertura cerca de 30 dias após a germinação, somente quando as plantas apresentarem sintomas de deficiência desse nutriente, caracterizados por crescimento lento, coloração verde pálida ou amarelecimento generalizado.

• *Em pasto de gramíneas consorciadas com leguminosas, devem-se adotar algumas práticas visando favorecer o estabelecimento desta última. Recomenda-se uma adubação diferenciada para plantas das duas famílias. Usar, de preferência, fontes de P solúvel. Aplicar 2/3 da dose de P e todo o K no sulco de plantio da leguminosa e 1/3 na gramínea. Se usar parte do P (até 40%) como fosfato natural aplicado a lanço, usar o P solúvel somente na leguminosa. Não misturar adubo com as sementes de leguminosas. Rebaixar o pasto assim que o capim começar a sombrear a leguminosa.*

Para pastagens de gramíneas exclusivas, aplicar as doses de zinco de acordo com a análise do solo, conforme tabela abaixo:

Forrageira	Zn no solo, mg/dm^3		
	0-0,5	0,6-1,2	>1,2
	Zn, kg/ha		
Gramíneas Grupo I	3	2	0
Gramíneas Grupo II	3	2	0
Gramíneas Grupo III	2	0	0
Capineiras	5	3	0
Gramíneas para fenação	5	3	0

Os micronutrientes podem ser aplicados com os demais adubos de formação.

Para leguminosas exclusivas, pasto consorciado ou alfafa para exploração intensiva, aplicar micronutrientes conforme a análise de solo, de acordo com a tabela a seguir. Aplicar também 50 g/ha de Mo.

Os micronutrientes podem ser aplicados em mistura com os demais adubos de formação.

Aplicar o molibdênio, de preferência, com as sementes das leguminosas.

Forrageira	Zn no solo, mg/dm^3			Cu no solo, mg/dm^3			B no solo, mg/dm^3		
	0-0,5	0,6-1,2	>1,2	0-0,2	0,3-0,8	>0,8	0,20	0,21-0,60	>0,60
	Zn, kg/ha			Cu, kg/ha			B, kg/ha		
Leguminosas	3	2	0	2	1	0	1,0	0,5	0
Pasto consorciado	3	2	0	2	1	0	1,0	0,5	0
Alfafa	5	3	0	3	1	0	1,5	1,0	0

Adubação de manutenção: em forrageiras estabelecidas, aplicar os nutrientes conforme a tabela abaixo, para sistemas em pastejo direto ou corte, respectivamente.

N	P no solo, mg/dm^3				K no solo, mmol$_c$/dm^3				S
	0-6	7-15	15-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0	
N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha				S, kg/ha
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo I									
80	50	40	20	0	50	40	30	0	20
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo II									
60	40	30	20	0	40	30	20	0	20
Gramíneas para pasto exclusivo, Grupo III									
40	30	20	0	0	30	20	0	0	20
Leguminosas exclusivas, Grupo I									
0	50	40	30	0	50	40	30	0	30
Leguminosas exclusivas, Grupo II									
0	40	30	20	0	40	30	20	0	20
Pasto Consorciado, Grupo I									
0	50	40	20	0	60	50	40	0	20
Pasto Consorciado, Grupo II									
0	40	30	20	0	50	40	30	0	20

• *Para pastos exclusivos de gramíneas, aplicar a adubação PK de preferência no início da estação das águas, após o rebaixamento do pasto. A aplicação de adubo, especialmente de N, pressupõe um nível adequado de manejo e utilização do pasto. Recomenda-se aplicar o N no final da estação chuvosa (fevereiro-março) a fim de estender o período de produção do pasto. Em explorações intensivas, se houver necessidade de aumento de produção de forragem durante o período de chuvas, aplicar 50 kg/ha de N por vez, após cada pastejo. Se usar uréia, aplicá-la quando a chuva possa incorporá-la ao solo em 2-3 dias para evitar perdas por volatilização.*

• *Para as leguminosas exclusivas, empregar adubos solúveis, de preferência, no ínicio da estação das águas, após o rebaixamento do pasto.*

Forrageiras para corte: aplicar as quantidades de nutrientes abaixo. As doses de nitrogênio, potássio e enxofre devem ser calculadas conforme a extração de matéria seca, e as de fósforo, conforme a análise de solo.

N	P no solo, mg/dm^3				K no solo, mmol$_c$/dm^3			S
	0-6	7-15	15-40	>40	0-1,5	1,5-3,0	>3,0	
N, kg/t MS([1])	—— P_2O_5, kg ha^{-1} ano^{-1} ——				—— K_2O, kg/t MS ——			S, kg/t MS
				Capineiras				
20	80	50	30	0	20	15	15	3
				Gramíneas para fenação				
20	80	50	30	0	20	15	15	3
				Alfafa				
0	100	100	80	40	35	30	15	4

([1]) MS: matéria seca colhida. Para capineiras, considerar MS = matéria fresca x 0,20; para feno, MS = feno x 0,85.

• *Para as capineiras, gramíneas para fenação e alfafa, a adubação fosfatada deve ser feita uma vez por ano, após o corte das plantas, de preferência no início da estação das águas, ou, opcionalmente, parcelada junto com o N e o K. As doses de N e K (só K para a alfafa) devem ser aplicadas em cobertura, após cada corte. O S pode ser aplicado de uma só vez, junto com o P, ou parcelado junto com o N e o K. Em caso de devolução de todo o esterco à capineira, as doses de nutrientes recomendadas podem ser reduzidas à metade.*

• *Em capineiras e gramíneas para fenação, reaplicar, anualmente, metade da dose de micronutrientes recomendada para a fase de formação, juntamente com a adubação de manutenção feita no início da estação chuvosa.*

• *Para a alfafa, se a fixação biológica de N não se mostrar eficiente, aplicar 40 kg de N/t de matéria seca após cada corte, juntamente com o K. Os sintomas de falta de fixação de N são o amarelecimento das folhas, o crescimento reduzido e a ausência de nódulos efetivos nas raízes.*

• *Para a alfafa, repetir, como adubação de manutenção, as mesmas doses de micronutrientes recomendadas para a fase de formação. Aplicar uma vez por ano, com os adubos recomendados para uso no início da estação das chuvas.*

25. HIDROPONIA

Página

25. HIDROPONIA

Pedro Roberto Furlani
Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - IAC

O cultivo hidropônico, isto é, o cultivo de plantas na ausência de terra, é uma das alternativas de uso na plasticultura e tem como justificativas: (a) melhor aproveitamento de espaço físico, por permitir cultivos sucessivos; (b) incidência reduzida de pragas e moléstias e, portanto, menor uso de tratamentos fitossanitários; (c) melhor controle do meio nutritivo para crescimento das plantas; (d) menor contaminação do lençol freático por nitrogênio nítrico e outros elementos químicos, uma vez que a solução nutritiva é recirculada; e) melhor aproveitamento de água e de nutrientes.

O sistema hidropônico mais utilizado denomina-se NFT (nutrient film technique), ou seja, a técnica do fluxo laminar de nutrientes. Nesse sistema, as raízes das plantas são apoiadas em canais estreitos e inclinados, banhadas, de forma contínua ou intermitente, por solução nutritiva armazenada em um depósito e movimentada ciclicamente por meio de uma bomba de recalque. Em resumo, o sistema NFT possui os seguintes componentes: (a) reservatório para solução nutritiva dimensionada de acordo com a cultura que será cultivada (1 L/planta cultivada); (b) conjunto moto-bomba dimensionado de acordo com o volume de solução a ser circulada (L/seg); (c) canais de cultivo com inclinação de 2-3%; (d) encanamentos de PVC para irrigação e drenagem; (e) temporizador para fornecimento intermitente da solução nutritiva; (f) placas de isopor (15 mm de espessura) ou plástico de dupla face (0,2 mm de espessura) para cobertura dos canais de cultivo e sustentação das plantas. Detalhes sobre montagem e instalações necessárias a esse sistema de cultivo são descritos em publicações especializadas em hidroponia.

25.1 Sais e fertilizantes recomendados

Qualquer sal solúvel pode ser usado para o preparo de solução nutritiva, desde que forneça o nutriente requerido e não contenha em sua composição outro elemento químico que possa prejudicar o desenvolvimento das plantas. Da mesma forma, deve-se evitar mistura de sais que promovam precipitação ou reações químicas que tornem um nutriente não disponível à planta. Por exemplo, a mistura de soluções concentradas de nitrato de cálcio com sulfato de magnésio produz a formação de precipitado de sulfato de cálcio. Por outro lado, a uréia produz, em solução aquosa, N amoniacal, que pode ser fitotóxico à maioria das espécies cultivadas por hidroponia.

Os sais usados para o cultivo comercial não necessitam de excessiva pureza química, o que inviabilizaria o cultivo hidropônico, pelo custo elevado. Sais com grau técnico e fertilizantes têm sido utilizados no cultivo hidropônico comercial sem maiores problemas (Quadro 25.1).

Quadro 25.1. Relação de sais e fertilizantes recomendados ao preparo de soluções nutritivas usadas em hidroponia e suas concentrações de nutrientes (entre parênteses)

Sal ou fertilizante	Nutriente e concentração
	g/kg
Nitrato de cálcio	Ca (190), $N\text{-}NO_3$ (145), e $N\text{-}NH_4$ (10)
Nitrato de potássio	K (360) e $N\text{-}NO_3$ (130)
Fosfato monoamônio purificado (MAP)	P (260) e $N\text{-}NH_4$ (110)
Sulfato de magnésio	Mg (90) e S (120)
Cloreto de potássio	K (520)
Ácido bórico	B (170)
Bórax	B (110)
Sulfato de cobre	Cu (240)
Sulfato de manganês	Mn (250)
Cloreto de manganês	Mn (270)
Sulfato de zinco	Zn (220)
Cloreto de zinco	Zn (450)
Molibdato de amônio	Mo (540)
Quelatos de ferros	
Dissolvine (FeEDTA)	Fe (120)
Ferrilene (FeEDDHA	Fe (60)
TensoFe (FeEDDHMA)	Fe (60)
Solução de FeEDTA([1])	Fe (5 mg/L)

([1]) Dissolver, separadamente, em 400 ml de água, 25 g de sulfato ferroso heptahidratado (20% de Fe) e 30 g de etileno diamino tetraacetato dissódico (Na_2EDTA). Após a dissolução de cada sal, misturar, acrescentando a solução de Na_2EDTA à solução de sulfato ferroso. Completar o volume a 1000 ml com água e homogeneizar. Efetuar o borbulhamento de ar nessa solução até completa dissolução de algum precipitado. Normalmente 18 horas são suficientes para que o complexo Fe-EDTA seja formado. Esta solução possui coloração vermelho-tijolo.

25.2 Sugestão de solução nutritiva

A solução nutritiva utilizada na Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agronômico para o cultivo de diferentes espécies vegetais, inclusive hortaliças, possui a seguinte composição química, em mg/L: $N\text{-}NO_3$ (174), $N\text{-}NH_4$ (24), P (39), K (180), Ca (143), Mg (36), S (48), B (0,26), Cu (0,04), Zn (0,11), Mn (0,38), Mo (0,08) e Fe (2,0).

Para o preparo de 1.000 L dessa solução são necessários 750 g de nitrato de cálcio, 500 g de nitrato de potássio, 150 g de MAP purificado, 400 g de sulfato de magnésio, 50 mL de solução de micronutrientes (30 g de ácido bórico + 30 g de sulfato de manganês + 3 g de sulfato de cobre + 3 g de molibdato de amônio + 10 g de sulfato de zinco dissolvidos em 1.000 mL) e 16,5 g de Dissolvine ou 33 g de Ferrilene ou TensoFe ou 400 mL de solução de FeEDTA. A condutividade elétrica dessa solução possui valor ao redor de 2,0 dS/m. Para hortaliças de folhas, recomenda-se usar CE de 1,5 dS/m e, portanto, as quantidades de sais fornecedores dos macronutrientes são reduzidas em 25%. Normalmente, esse volume de solução (1.000 L) é suficiente para cultivar 150-200 plantas de hortaliças folhosas sem a necessidade de adicionar nutrientes, apenas água para repor as perdas por evapotranspiração.

Quando se utilizam menores volumes de solução nutritiva por planta, há necessidade de proceder a adição dos nutrientes absorvidos pelas plantas. A maneira mais correta e recomendada é feita mediante resultados de análise química periódica da solução nutritiva. O uso de condutivímetro para adicionar nutrientes na mesma proporção da solução nutritiva inicial, é desaconselhável por período superior a 2 semanas, uma vez que este equipamento apenas indica quantidade total de sais, não discriminando nutrientes individualmente. Para utilizar o método da condutividade elétrica por períodos mais longos, recomenda-se o uso de solução nutritiva de ajuste que contenha uma relação entre os nutrientes, a qual se assemelhe à extraída pelas plantas em cultivo. No capítulo 18 deste boletim encontram-se os dados da composição química de folhas de diversas hortaliças, a qual poderá ser usada para a formulação da solução de ajuste.

O pH da solução nutritiva só deve ser manipulado se atingir valores inferiores a 4,5 ou superiores a 7,5, usando-se soluções de hidróxido de potássio para pH baixo ou de ácido fosfórico ou ácido nítrico para pH elevado. Quando o pH se eleva freqüentemente, deve-se ter atenção redobrada para as possíveis deficiências de ferro (reconhecida por amarelecimento e clorose interneval das folhas novas) e manganês (também por amarelecimento e clorose), com a adição do nutriente à solução nutritiva; nesse caso é mais conveniente renovar a solução nutritiva completamente. Quando se utiliza água alcalina, com pH superior a 7,5, é conveniente substituir, parcial ou totalmente, o fosfato monoamônio (MAP) por ácido fosfórico (370 mg P/kg) até baixar o pH da solução nutritiva para o intervalo de 5,0-5,5.

ÍNDICE ALFABÉTICO DAS CULTURAS

OUTRAS PUBLICAÇÕES EDITADAS PELO IAC

• PERIÓDICOS

BRAGANTIA **- Revista de Ciências Agronômicas**

Periódico semestral de divulgação científica, tendo por objetivo publicar, em português ou inglês, trabalhos científicos originais que contribuam para o desenvolvimento das ciências agronômicas no Brasil.

O AGRONÔMICO **- Boletim Técnico-informativo**

Divulga a Instituição e fatos correlatos, em linguagem clara e informal.

• LIVROS E BOLETINS

O Melhoramento de Plantas no Instituto Agronômico - 1.

Boletins técnicos

156 - Delineamentos experimentais para as áreas tecnológicas.

157 - Insetos e ácaros associados à mamoneira no Brasil.

158 - Maracujá: produção e comercialização em São Paulo.

159 - Caracterização agroclimática: Estação Experimental de Mococa (Microbacia)

160 - Fotografías aéreas verticais para estimativa do número de algumas frutíferas perenes.

161 - Caracterização agroclimática da microbacia"Córrego Santo Anastácio".

162 - Variedades de mandioca para o Estado de São Paulo.

163 - Variedades de trigo para o Estado de São Paulo.

164 - Variedades de pêra para o Estado de São Paulo.

165 - Variedades de alho para o Estado de São Paulo.

166 - Variedades de uva para o Estado de São Paulo.

167 - Recomendações da Comissão Técnica de Trigo para 1996 - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

168 - Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia.

169 - Novas variedades de cana-de-açúcar.

170 - Cultura do alho: recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo.

171 - Bambu: material alternativo para construções rurais.

Boletins científicos

31 - Sistema vascular do caule e da folha do amendoim: tipo Botânico Valência.

32 - Efeito residual de leguminosas sobre rendimento físico e econômico da cana-planta.

33 - Solos da folha e município de Guaíra.

34 - Tabelas para determinação do número de repetições no planejamento de experimentos.

35 - Técnicas laboratoriais para identificação de cultivares de trigo.

36 - Delineamento $(1/2)4^3$ em bloco de oito unidades.

37 - Zoneamento agroclimático e probabilidade de atendimento hídrico para as culturas de soja, milho, arroz de sequeiro e feijão no Estado de São Paulo.

38 - Delineamentos experimentais para as áreas tecnológicas - II.

Boletim

200 - Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas (**Boletim 200**).

213 - A mandioca na cozinha brasileira (receitas).

• DOCUMENTOS IAC

51 - Produção de sementes de hortaliças em pequenas áreas.

52 - Melhoramento do pessegueiro para regiões de clima subtropical-temperado: realizações do Instituto Agronômico.

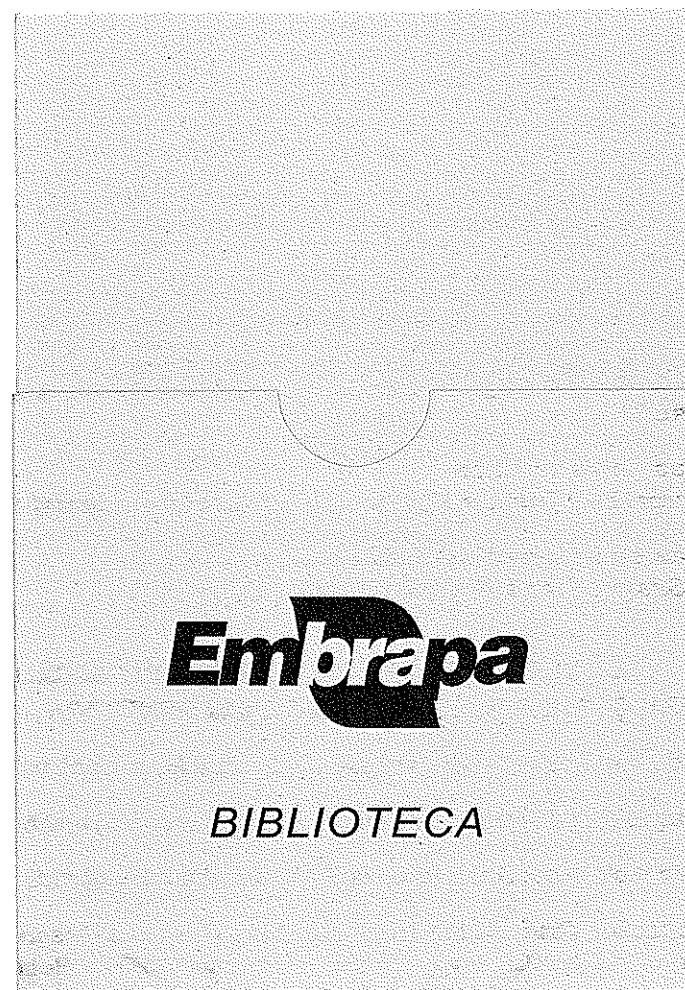
53 - Melhoramento do milho pipoca.

54 - Melhoramento genético da seringueira: uma revisão.

56 - Caracterização edafoclimática e avaliação de cultivares de milho no Estado de São Paulo.

57 - Regimento interno do sistema de avaliação e recomendação de cultivares de feijoeiro para o Estado de São Paulo.

PEDIDO DE PUBLICAÇÕES

INSTITUTO AGRONÔMICO
SEÇÃO DE PUBLICAÇÕES
CAIXA POSTAL 28
13001-970 CAMPINAS (SP)
Fone/fax: (019) 231-5422 ramal 116

Impresso pela

Editora-Ch

Editora-As … (IAC)

Editores a…

Altino Aldo … ndré Luiz Lou-
renção (IA … tonio Rosolem
(UNESP/Bo … , Cleide Apare-
cida de Abr … a Regina Forni
Martins (U … Maria Corrêa
(IAC), Jairo … (ESALQ/USP),
Juarez Ant… , Marcos Milan
(ESALQ/ U… UNESP/Jaboti-
cabal), Ma … rvalho Carelli
(IAC), Nels … o Filho (IAC),
Robert Deu … Sônia Carmela
Falci Deche…

Revisores …
Herculano … José Usberti
Filho (IAC)

Revisoras …
Lígia Abra… lli

Revisoras …
Eunice Sas…

EQUIPE PARTICIPANTE DESTA PUBLICAÇÃO

SERVIÇO DE DIVULGAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA - SDT-C

Revisão de vernáculo: *Maria Angela Manzi da Silva* e *Eunice Sassi*

Coordenação da editoração eletrônica: *Ana Maria da Silva Oliveira*

Editoração eletrônica: *Ana Maria da Silva Oliveira e Raquel de O. Ferreira*

Capa - criação: José Carlos Nogueira, Luiz Gustavo Person de Oliveira, Roberto Parducci Camargo, Salvador Parducci e Valter Roberto Poleto

- SOLICITA-SE INTERCÂMBIO
- PIDESE CANJE
- ON DEMANDE L'ÉCHANGE
- WE ASK FOR EXCHANGE
- MANN BITTET UM AUSTAUSCH
- SI RICHIEDE LO SCAMBIO